

DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXIX.

*I. Tubellarische Uebersicht der Gase und Dämpfe,
nach ihrer Zusammensetzung, Verdichtung
und Dichtigkeit.*

Die nachstehende Tafel ist als eine verbesserte Auflage von der im Bd. XVII S. 529 dieser Annalen zu betrachten, und gewährt im Vergleich zu dieser einen Ueberblick von den Fortschritten der Volumentheorie in den letzten zehn Jahren. Zum allgemeinen Verständniß derselben sey Folgendes bemerkt.

Spalte I nennt die als gasförmig vorausgesetzten Substanzen in alphabetischer Ordnung. Verschiedene derselben sind unter mehren Namen aufgeführt; eingeklammerte Zahlen neben denselben weisen dann auf die Synonyme hin. Die Zahlen unter einigen Namen bezeichnen die Zusammensetzung einer Substanz aus zwei anderen; sie sind die Commentare zu den daneben stehenden Formeln in Spalte II.

Spalte II gibt die Zusammensetzung der Gase an. In einigen Fällen ist bloß die empirische Formel oder die Summe der Bestandtheile aufgeführt, in andern die theoretische oder die Art, wie man sich die Elemente angeordnet denkt, in noch andern sowohl jene als diese, und zuweilen die letztere nach zweierlei Ansichten. Die Symbole haben, was die durch sie bezeichneten Elemente betrifft, die gewöhnliche Bedeutung, drücken jedoch nicht Atome, sondern *Volume* oder *Maafse* aus. In der Regel ist von jedem Bestandtheil unmittelbar dasjenige Volum angegeben, mit welchem er in Einem Volum der Verbindung enthalten ist. Nur in einigen Fällen, z. B. No. 15 bis 18, sind, um die Analogie in der Zusammensetzung verschiedener Substanzen leichter über-

blicken zu lassen, die in Einem Volum der Verbindung enthaltenen Volume der Bestandtheile nicht einzeln auf die kleinste Zahl gebracht, sondern ihre Summe durch einen gemeinschaftlichen Bruch multiplicirt. In solchen Fällen ist das Ganze eingeklammert. Die Bedeutung der Formeln kann übrigens keinem Missverständniß unterliegen. Die Zahlen hinter den Symbolen beziehen sich bloß auf die, denen sie unmittelbar angehängt sind; die vor denselben gelten für alle folgenden bis zu Ende der Formel oder wenigstens bis zum nächsten Pluszeichen.

Spalte III zeigt die Verdichtung, ausgedrückt in ganzen Zahlen. Wenn die Formel kein Pluszeichen enthält, so bezieht sich die Verdichtung auf die Summe der letzten Bestandtheile; schließt sie dagegen ein solches Zeichen ein, so ist mit der Verdichtung die in Bezug auf die näheren Bestandtheile gemeint¹⁾. In der Regel ist die Verdichtung eine positive; sie kann indes auch eine negative, eine *Verdünnung* seyn, d. h. die Summe der Volume der Bestandtheile kleiner als das Volum der Verbindung ausfallen. Einen solchen Fall stellt das Quecksilbersulfid (Zinnober) dar.

Spalte IV sagt, wie viel von dem, was man gewöhnlich ein Atomgewicht nennt, auf ein Volum kommt. Durch die in dieser Spalte stehende ganze oder gebrochene Zahl ist der Werth der Symbole in den Formeln der Spalte II bestimmt. Die Zahl 1 bei *Kohle*, *Wasserstoff*, *Sauerstoff* z. B. zeigt an, dass für diese Körper Ein Atom und Ein Volum einerlei sind, mithin die Symbole C, H, O ihre gewöhnliche Bedeutung haben; dagegen sagen die Zahlen 2 beim *Phosphor*, 3 beim *Schwefel*, $\frac{1}{2}$ beim *Quecksilber*, dass die Volume P zwei Mal, S drei Mal und Hg ein halb Mal so schwer als die durch dieselben Symbole bezeichneten Atome sind.

Als Beispiel zum besseren Verständniß des bisher Gesagten diene der *Holzgeist* No. 139. Die daneben-

1) Als welche indes oft die elementaren Bestandtheile binärer Verbindungen angesehen wurden.

stehende Zahl (171^b) verweist auf *Methyloxydhydrat* als Synonym, und die Formel in Spalte II sagt, dass in Einem Maafs Holzgeistdampf entbalten sind $\frac{1}{2}$ Maafs *Kohlengas*, 2 Maafs *Wasserstoffgas* und $\frac{1}{2}$ Maafs *Sauerstoffgas*, also in Summa 3 Maafs Bestandtheile. Die Summe dieser ist demnach verdichtet im Verhältniss wie 3 : 1, wie Spalte III näher angiebt. Die zunächst unter dem Worte *Holzgeist* stehende Zahlenreihe $\frac{1}{2}$ (171) + $\frac{1}{2}$ (249) bedeutet, dass 1 Maafs Holzgeistdampf als bestehend aus $\frac{1}{2}$ Maafs *Methyloxyd* (No. 171) und $\frac{1}{2}$ Maafs *Wasserdampf* (No. 249) angesehen werden kann, und diese näheren Bestandtheile, da die Summe ihrer Volumen gleich ist Einem Maafse oder gleich dem Volum der Verbindung, sich ohne Verdichtung verbunden haben, wie in der Spalte III durch das Verhältniss 1 : 1 ausgedrückt ist. Die Formel in Spalte II sagt dasselbe, sobald man die Bedeutung ihrer Glieder kennt, zeigt aber überdiels, wie viel Maafs von den entfernteren Bestandtheilen in jedem Maafs der näheren enthalten sind. Die zweite Zahlenreihe (165) + (249), wie die entsprechende Formel in Spalte II, lehrt, dass sich Ein Maafs *Holzgeistdampf* auch als zusammengesetzt aus 1 Maafs *Methylen* und 1 Maafs *Wasserdampf* betrachten lässt. Nach dieser von den meisten Chemikern jetzt verlassenen Ansicht sind demnach 2 Maafs nähere Bestandtheile in 1 Maafs der Verbindung, und die Verdichtung der Summe dieser Bestandtheile steht also im Verhältniss 2 : 1, wie Spalte III angiebt. Spalte IV endlich sagt, dass Ein Maafs Holzgeistdampf Einem Viertel-Atome *Holzgeist* entspricht.

Spalte V enthält die Dichtigkeit oder das specische Gewicht der Gase, berechnet aus den Atomgewichten. Es sind nämlich die Atomgewichte erstlich dividirt durch 100, dann multiplicirt mit der in Spalte IV stehenden Zahl und mit 1,1026, dem specifischen Gewicht des Sauerstoffgases gegen das der atmosphärischen Luft

gleich Eins. Multiplizirt mit 1,299075 geben diese Zahlen das Gewicht von 1 Liter oder 1000 Cubikcentimetern des Gases, bei 0° und 0m,76, in Grammen.

Spalte VI enthält die beobachtete Dichtigkeit. Bei Substanzen, die für gewöhnlich starr oder flüssig sind, wurden sie meist nach dem in d. Ann. Bd. XXXXI S. 449 und Bd. XXXXVI S. 336 näher auseinandergesetzten Dumas'schen Verfahren bestimmt, bei einigen nach dem Gay-Lussac'schen (S. Seite 423).

Spalte VII nennt den Beobachter und den Ort, wo seine Wägung beschrieben. Die Abkürzung der Namen hat folgende Bedeutung:

Ber.	Berard	Gay.	Gay-Lussac
Bin.	Bineau	Gay. et Thn. .	Gay-Lussac et Thénard
Brz.	Berzelius	Hnr.	Henry
Bz. et Dl. .	Berzelius u. Dulong	Hml.	Himly
Bt. et Ar. .	Biot et Arago	Jacq.	Jacquelain
Bss.	Boussingault	Kn.	Kane
Bns.	Bunsen	Lb.	Liebig
Cah.	Cahours	Lb. et Plz. .	Liebig et Pelouze
Cln.	Colin	Mlg.	Malaguti
Crb.	Couërbe	Mss.	Masson
Crk.	Cruikshank	Mt.	Mitscherlich
D'Arc.	F. D'Arcet	Pr.	Piria
H. Dv.	H. Davy	Rgn.	Regnault
J. Dv.	J. Davy	H. Rs.	H. Rose
Dm.	Dumas	Sss.	Saussure
Dm. et Plg. .	Dumas et Peligot	Thn.	Thénard
Ettl.	Ettling	Thms.	Thomson
Frd.	Faraday	VWlt.	Walter
Fhl.	Fehling	VWdm. et Sch. .	Weidmann et
Frm.	Frémy		Schweizer

Von den Buchstaben hinter den Namen bezeichnen:

- A. Diese Annalen
- A. C. *Ann. de chimie et de physique*
- A. Ch. *Ann. de chimie*
- A. P. *Ann. d. Pharmacie*
- B. B. *Bibl. Britann.*
- C. R. *Comptes rendus hebdom. de l'acad.*

- M. A. *Mém. d'Arcueil*
 M. I. *Mém. de l'Institut*
 P. T. *Philosoph. Transactions*
 R. P. C. *Recherch. physico-chimiques*
 S. J. Schweigg. Journ.
 T. C. Dumas, *Traité de chimie.*

Die Zahlen in dieser Spalte geben Band oder Jahr-gang und Seite an.

Spalte VIII giebt für diejenigen Substanzen, welche für gewöhnlich flüssig sind oder durch zweckmäßige Anwendung von Druck und Temperatur in den flüssigen Zustand versetzt werden können, den Siedpunkt an, ausgedrückt in Centesimalgraden. Wenn der Barometerstand dabei beobachtet worden, ist er hinter einem Semicolon angegeben, gewöhnlich in Millimetern, bei einigen der permanenteren Gase in Atmosphären (Atm.) Wo diese Angabe fehlt hat man einen Luftdruck von ungefähr 760 Millimetern vorauszusetzen. Ein Fragezeichen bedeutet, dass der Siedpunkt noch nicht bestimmt worden ist. Der Siedpunkt ist übrigens, wie bekannt, die niedrigste Temperatur, bei welcher die Spannkraft eines Gases einem bestimmten Druck (gewöhnlich dem Druck der Atmosphäre) das Gleichgewicht hält. Unterhalb dieses Punkts und unter einem grösseren Druck, als bei welchen er bestimmt worden, sind natürlich die spezifischen Gewichte in Spalte V und VI eingebildete.

Spalte IX endlich giebt das specifische Gewicht der in Spalte I aufgeführten Substanzen im flüssigen oder starren Zustand, wenn sie desselben fähig sind, und lehrt, unter welchen Umständen dieselben *gasig*, *flüssig* oder *starr* sind. Ist eine solche in gewöhnlicher Temperatur und unter gewöhnlichem Druck *gasförmig*, so steht hier das Zeichen \odot ; hat man sie durch Erniedrigung der Temperatur oder Erhöhung des Drucks bereits in den flüssigen Zustand versetzt und zugleich diese Elemente näher bestimmt, so findet man sie durch den Siedpunkt angegeben. Ist sie dagegen unter den gewöhnlichen Umstän-

den flüssig, so ist dies bloß durch Angabe des spezifischen Gewichts der Flüssigkeit, nebst der Temperatur in Centigraden, bei welcher es beobachtet worden, ausgedrückt. Weiß man nur das die Flüssigkeit schwerer oder leichter als Wasser ist, so steht 1, . . . oder 0, . . . Ist endlich das specifische Gewicht noch ganz unbekannt, so findet man ein Fragezeichen. Die in gewöhnlicher Temperatur starren Substanzen sind mit * bezeichnet.

Die spezifischen Gewichte in dieser Spalte beziehen sich auf das des Wassers gleich Eins. Wollte man sie auf das der Luft, bei 0° und 760 Mm. Druck, beziehen, also auf gleiche Einheit mit denen in Spalte V und VI, so müßte man sie durch 0,001299075 dividiren. Letztere Zahl ist das specifische Gewicht der Luft, unter genannten Umständen gegen das des Wassers bei $+4^{\circ},0$ C., dem Punkt seiner größten Dichtigkeit. Die angeführten spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten sind indefs wohl fast immer gegen Wasser von gleicher Temperatur mit diesen bestimmt worden.

Dividirt man das specifische Gewicht f einer Substanz im flüssigen oder starren Zustand durch ihr spezifisches Gewicht g im gasigen Zustand, multiplicirt mit 0,001299075, dem specifischen Gewicht der Luft bei 0° und $0^{\text{m}},76$ gegen das des Wassers bei 4° C., oder, anders gesagt, berechnet man:

$$\frac{f}{g} \cdot \frac{1000}{1,299075},$$

so findet man, wie viel Maafs der Substanz im flüssigen oder starren Zustand, von der Temperatur, bei welcher f bestimmt worden, an Maassen Gas bei 0° und $0^{\text{m}},76$ liefern würde.

Für Wasser fände man dadurch:

$$\frac{1,000}{0,6201} \cdot \frac{1000}{1,299075} = 1241,4.$$

Wünschte man die Zahl von Maassen zu kennen, welche die Substanz an Gas von t° und $0^{\text{m}},76$ liefern

würde, so hätte man die Zahl 1,299075 durch (1+0,00365*t*) zu dividiren.

Für Wasser von 4° C. fände man, wenn z. B. *t*=100°:

$$\frac{1,000 \cdot 1000 \times 1,365}{0,6201 \cdot 1,299075} = 1694,5.$$

Da ein Cubikcentimeter Wasser von der Temperatur 4° C. ein Gramm wiegt, so sind zugleich 1241,4 und 1694,5 die Mengen der Cubikcentimeter Gas, die, unter den genannten Umständen, von einem Gramm Wasser geliefert werden. Dasselbe gilt für jede andere Substanz, wenn man den ersten Theil der Gleichung durch *f*, d. h., durch das Gewicht eines Cubikcentimeters der Substanz dividirt. Hierauf beruht das Gay-Lussac'sche Verfahren zur Bestimmung der Dichtigkeit von Dämpfen.

Die Quotienten $\frac{f}{g}$ für verschiedene Substanzen scheinen, wenigstens annähernd, in einfachen Verhältnissen zu stehen, wie Gay-Lussac's Versuche (A. C. 2; 135) und auch das schon in Ann. Bd. XIX S. 126 erwähnte Verhältnis vom Jod und Quecksilber vermuthen lassen.

Die in Spalte I genannten Substanzen sind von dreierlei Art: 1) *Ganz hypothetisch*, solche, die man bisher noch nicht mit Sicherheit isolirt hat, wie das *Fluor*, oder die angenommen worden, wie das *Acetyl*, um sich die Zusammensetzung anderer Substanzen zu erklären. Diese erkennt man daran, dass in den vier letzten Spalten nichts über sie bemerkt ist; natürlich sind die Angaben in den übrigen Spalten auch nur hypothetisch. 2) *Wirklich dargestellt, aber noch nicht in Gasgestalt versetzt und gewägt*, entweder, weil dies mit den jetzt bekannten Mitteln nicht möglich ist, wie bei der *Kohle*, oder, weil man es bisher unterlassen hat, wie beim *Bromwasserstoffäther*. Das Kennzeichen dieser ist die Angabe ihres Aggregatzustandes in Spalte IX, bei Leerheit der Spalten VI, VII, VIII; begreiflicherweise sind die Angaben in den übrigen Spalten ebenfalls hypothetisch. 3) *Dargestellt und in Gasgestalt gewägt*; bei diesen sind alle Spalten ausgefüllt.

Das Uebrige findet sich in speziellen Erläuterungen am Schlusse dieser Tafel.

I. Nam en d e r G a s e.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. Anteil Vol.
1. Aceton (109. 162)			
2. Acetyl (24)	C H ₃	5 : 1	
3. Acetyl bromid (65)	$\frac{1}{2} C_2 H_3 + \frac{1}{2} Br$	1 : 1	
4. Acetylchlorid (78)	$\frac{1}{2} C_2 H_3 + \frac{1}{2} Cl$	1 : 1	
5 ^a . Acetylhyperchlorid	$\frac{1}{2} C_2 H_3 + \frac{3}{2} Cl$	2 : 1	
5 ^b . dito dito (16)	$\frac{1}{2} C_2 H_3 + \frac{3}{2} Cl$	2 : 1	
6. Acetyljodid (132)	$\frac{1}{2} C_2 H_3 + \frac{1}{2} J$	1 : 1	
7. Acethoxyd	C ₂ H ₃ + $\frac{1}{2}$ O	3 : 2	
8. Acetilsäure (110)	C ₂ H ₃ + $\frac{3}{2}$ O	5 : 2	
9. Aether (21)	C ₂ H ₅ O ₂	15 : 2	
2(103) + (249)	2CH ₂ + HO ₂	3 : 1	
10. Aetherin (103. 185)			
11. Aetherol (253. 254)			
12. Aethyl	C ₂ H ₅	7 : 1	
13. Aethylbromid (68)	$\frac{1}{2} C_2 H_5 + \frac{1}{2} Br$	1 : 1	
14. Aethylchlorid (88)	$\frac{1}{2} C_2 H_5 + \frac{1}{2} Cl$ ($\frac{1}{2} C_2 H_5 Cl$)	1 : 1 4 : 1	
15. Aethylchloridid. A.	($\frac{1}{2} C_2 H_4 Cl_2$)	4 : 1	
16. dito dito B. (5 ^b)	($\frac{1}{2} C_2 H_3 Cl_3$)	4 : 1	
17. dito dito C. (121)	($\frac{1}{2} C_2 H_2 Cl_4$)	4 : 1	
18. dito dito D.	($\frac{1}{2} C_2 H_1 Cl_5$)	4 : 1	
19. Aethylcyanid (98)	$\frac{1}{2} C_2 H_5 + \frac{1}{2} Cy$	1 : 1	
20. Aethyljodid (135)	$\frac{1}{2} C_2 H_5 + \frac{1}{2} J$	1 : 1	
21. Aethoxyd (9)	C ₂ H ₅ + $\frac{1}{2}$ O	3 : 2	
22. Aethylsulfid	C ₂ H ₅ + $\frac{1}{6}$ S	7 : 6	
23. Aldehyd	CH ₂ O ₂	7 : 2	
$\frac{1}{2}(7) + \frac{1}{2}(249)$	$\frac{1}{2} C_2 H_3 O_2 + \frac{1}{2} HO_2$	1 : 1	
24. Aldehyden (2)			
25. Alkarsin	C ₂ H ₆ As ₂	17 : 2	

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dichigkeit beobacht.	berechnet.	Beobachter.	Siedpunkt C°.	Gewöhnl. Zustand. Spec. Gewicht.
1,89198				
3,64268	3,691	Rgn. A. 37 ; 86	?	○
2,16616	2,116	Rgn. A. 37 ; 83	-17	○
4,60648	4,697	Rgn. A. C. 69 ; 154	115	1,422 ; 17,0
4,60648	4,530	Rgn. A. C. 71 ; 364	75	1,372 ; 16,0
5,29655	4,78	Rgn. A. 37 ; 90	?	?
2,44328				
3,54588				
2,58088	2,586	Gay. A. C. 1 ; 218 u. 2 ; 135	35,7 ; 760	0,7119 ; 24,8
2,02958				
3,71148			?	?
2,23496	2,219	Thm. M. A. 1 ; 121	11°	0,874 ; 5,0
3,42072	3,478	Rgn. A. C. 71 ; 358	64	1,174 ; 17,0
4,60649	4,530	Rgn. A. C. 71 ; 364	75	1,372 ; 16,0
5,79225	5,799	Rgn. A. C. 71 ; 366	102	1,530 ; 17,0
6,97801	6,975	Rgn. A. C. 71 ; 369	146	1,644
1,92419			82 ; 787	0,787 ; 15,0
5,36535	5,4749	Gay. A. C. 2 ; 218	64,5	1,9206 ; 22,3
3,13860	3,100	Rgn. A. C. 71 ; 389	73	0,825 ; 20
1,53169	1,532	Lb. A. 36 ; 285	21,8	0,790 ; 18,0
7,28106	7,185	Bns. A. 40 ; 232. Dm. A. P. 27 ; 150	150	1,462 ; 15,0

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. Äquivalenz
26. Alkohol	$\text{CH}_3\text{O}_{\frac{1}{2}}$.	9 : 2	
$\frac{1}{2}(21) + \frac{1}{2}(249)$	$\frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{HO}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
(103) + (249)	$\text{CH}_2 + \text{HO}_{\frac{1}{2}}$	2 : 1	
27. Ameisenäther	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}$	11 : 2	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}(21) + \frac{1}{2}(28)$	$\frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{CHO}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
28. Ameisensäure, wasserfr. (124)	$\text{CHO}_{\frac{3}{2}}$	7 : 2	$\frac{1}{2}$
29. Ameisensäure, Hydrat	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}$	5 : 2	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}(28) + \frac{1}{2}(249)$	$\frac{1}{2}\text{CHO}_{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2}\text{HO}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
30. Amilen	C_5H_{10}	15 : 1	$\frac{1}{2}$
31. Ammoniak	$\frac{1}{2}\text{N} + \frac{3}{2}\text{H}$	2 : 1	$\frac{1}{2}$
32. Amm. chlorwasserstoffs.	$\frac{1}{2}\text{N}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{Cl}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
33. Amm. cyanwasserstoffs.	$\frac{1}{2}\text{N}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{Cy}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
34. Amm. kohlens. neutr.	$\frac{2}{3}\text{N}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{3}\text{C}_{\frac{1}{2}}\text{O}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
35. Amm. schwefelwasserst. saur.	$\frac{1}{2}\text{N}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{HS}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
36. Amm. schwefelwasserst. neutr.	$\frac{2}{3}\text{N}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{3}\text{HS}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
37. Amm. tellurwasserst.	$\frac{1}{2}\text{N}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{HT}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
38. Amyl	C_2H_{12}	8 : 1	$\frac{1}{2}$
39. Amyloxyd	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_{\frac{1}{2}}$	33 : 4	$\frac{1}{2}$
40. Amyloxyhydrat (125)	$\text{C}_2\text{H}_{12}\text{O}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{HO}_{\frac{1}{2}}$	3 : 2	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}(30) + (249)$	$\frac{1}{2}\text{C}_5\text{H}_{10} + \text{HO}_{\frac{1}{2}}$	3 : 2	$\frac{1}{2}$
41. Amyljodid	$\text{C}_2\text{H}_{12}\text{J}_{\frac{1}{2}}$	17 : 2	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}(30) + (134)$	$\frac{1}{2}\text{C}_5\text{H}_{10} + \text{H}_{\frac{1}{2}}\text{J}_{\frac{1}{2}}$	3 : 2	$\frac{1}{2}$
42. Antimon	Sb		$\frac{1}{2}$
43. Antimonchlorür	$\frac{1}{4}\text{Sb} + \frac{6}{4}\text{Cl}$	7 : 4	$\frac{1}{2}$
44. Antimonwasserstoff	$\frac{1}{4}\text{Sb} + \frac{6}{4}\text{H}$	7 : 4	$\frac{1}{2}$
45. Arsen	As		$\frac{1}{2}$
46. Arsenchlorür	$\frac{1}{4}\text{As} + \frac{6}{4}\text{Cl}$	7 : 4	$\frac{1}{2}$
47. Arsenige Säure	As + 3O	4 : 1	1
48. Arsenjodür	$\frac{1}{4}\text{As} + \frac{6}{4}\text{J}$	7 : 4	$\frac{1}{2}$

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dichtigkeit beobacht.	Dichtigkeit berechnet.	Beobachter.	Siedpunkt C°.	Gewöhnl. Zustand Spec. Gewicht.
1,60049	1,6133	Gay. A. C. 1 ; 218 u. 2 ; 135	78°,4 ; 760	0,79235 ; 17,9
2,57318	2,593	Lb. A. P. 16 ; 170	53,4 ; 750	0,912
2,56549				
1,59279	1,5	Bin. A. C. 68 ; 420	100 ; 761	1,2353
4,90195	5,061	Cah. A. C. 70 ; 95	160	0,
0,59120	0,5967	Bt. u. Ar. M. I. 1806. 320	0 ; 5 Atm.	⊖
0,92288	0,89	Bin. A. C. 68 ; 440		*
0,76749	0,8021	Bin. A. C. 70 ; 263		*
0,90213	0,8992	H. Rs. A. 46 ; 363		*
0,88451	0,9011	Bin. A. C. 68 ; 436		*
0,78674	0,7848?	Bin. A. C. 70 ; 262		*
2,54105		Bin. A. C. 68 ; 438		*
2,48537				
2,76102				
3,07107	3,147	Dm.A.34;338. Cah.A.C.70;83	132,0 ; 760	0,8184 ; 15
6,83593	6,675	Cah. A. C. 70 ; 97	120 ; 760	1,
17,78388				* 6,70
8,10647	7,8	Mt. A. 29 ; 226		*
4,54917				⊖
10,36536	10,65	Mt. A. 29 ; 218		* 5,76
6,25183	6,3066	Dm. A. 9 ; 316	132	1,
13,67316	13,85	Mt. A. 29 ; 222		* 3,70 ; 4
15,64300	16,1	Mt. A. 29 ; 222		*

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. V. W. Vol. auf Vol.
49. Arsenwasserstoff	$\frac{1}{4}$ As + $\frac{6}{4}$ H	7 : 4	$\frac{1}{4}$
50. Atmosphärische Luft			
51. Benzin	C ₃ H ₆	6 : 1	$\frac{1}{6}$
52. Benzoëäther	C ₆ H ₅ O	21 : 2	$\frac{1}{21}$
$\frac{1}{2}(21) + \frac{1}{2}(53)$	$\frac{1}{2}C_2H_5O\frac{1}{2} + \frac{1}{2}C_7H_6O\frac{1}{2}$	1 : 1	$\frac{1}{21}$
53. Benzoësäure, wasserfr.	C ₇ H ₅ O ₃	27 : 2	$\frac{1}{27}$
54. Benzoësäure, krystall.	$\frac{1}{2}C_7H_5O\frac{3}{2} + \frac{1}{2}HO\frac{1}{2}$	1 : 1	$\frac{1}{27}$
(51) + (147)	C ₃ H ₃ + C ₃ O	2 : 1	$\frac{1}{27}$
55. Bernsteinäther	C ₄ H ₇ O ₂	13 : 1	$\frac{1}{13}$
(21) + (56)	C ₂ H ₅ O ₂ + C ₂ H ₂ O ₂	2 : 1	$\frac{1}{13}$
56. Bernsteinsäure, wasserfr.	C ₂ H ₂ O ₃	11 : 2	$\frac{1}{11}$
57. Bicarburet (243)	C ₃ H ₃	6 : 1	$\frac{1}{6}$
58. Bor	B		1
59. Borchlorid	$\frac{1}{4}$ B + $\frac{6}{4}$ Cl	7 : 4	$\frac{1}{7}$
60. Borfluorid	$\frac{1}{4}$ B + $\frac{6}{4}$ F	7 : 4	$\frac{1}{7}$
61. Brenzschleimäther	C ₂ H ₂ O ₂	9 : 1	$\frac{1}{9}$
$\frac{1}{2}(21) + \frac{1}{2}(62)$	$\frac{1}{2}C_2H_5O\frac{1}{2} + \frac{1}{2}C_5H_3O\frac{1}{2}$	1 : 1	$\frac{1}{9}$
62. Brenzschleimsäure	C ₃ H ₃ O ₂	21 : 2	$\frac{1}{21}$
63. Brom	Br		1
64. Bromätherin (104)			
65. Bromaldehyden (3)			
66. Bromoform (118)			
67. Bromwasserstoff	$\frac{1}{2}$ H + $\frac{1}{2}$ Br	1 : 1	$\frac{1}{2}$
68. Bromwasserstoffäther (13)	CH ₂ + H ₂ B ₂	2 : 1	$\frac{1}{4}$
69. Brom-Phosphor-Wasserst. (202)	$\frac{1}{2}H_2P\frac{1}{2} + \frac{1}{2}H_2Br\frac{1}{2}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
70. Caoutchin	C ₃ H ₉	13 : 1	$\frac{1}{13}$
71. Ceten	C ₈ H ₁₆	24 : 1	$\frac{1}{4}$
72. Cetyl	C ₁₆ H ₃₃	49 : 1	$\frac{1}{3}$

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dichtigkeit beobacht.	Dichtigkeit berechnet.	Beobachter.	Siedpunkt C°.	Gewöhnl. Zustand. Spec. Gew.
2,69454	2,695	Dm. A. 9 ; 312		○
1,00000	1,000			○
2,73477	2,77	Mt. A. 29 ; 234	86	0,85
5,23915	5,409	Dm. A. 12 ; 444	209	1,0539 ; 10,0
7,89743				
4,25877	4,27	Mt. A. 29 ; 235	245	* 0,657
6,05796	6,22	D'Arc. A. 36 ; 85	214	1,036 ; 15
3,47708				
2,73477	2,752	Frd. A. 5 ; 309	85,5	0,85 ; 15
1,59934				* 1, . . .
4,03532	3,942	Dm. A. 9 ; 429		○
2,30824	2,3124	Dm. A. 9 ; 432		○
4,87886	4,859	Mlg. A. C. 64 : 281	209 ; 756	*
7,17685				
5,39337	5,54	Mt. A. 29 ; 217	47	2,966
2,73109				○
3,71148			?	?
1,95784		Bin. A. C. 68 ; 430	30 ?	*
4,76435	4,461	Hml. (De Caoutchouk p. 61)	171,5	0,842 ; 15
7,84312	8,007	Dm. et Plg. A. C. 62 ; 10	275	0, . . . ?
15,75504				

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. At. auf 1 Vol.
73. Chlor	Cl		1
74. Chloräthereal	C ₂ H ₄ ClO _½	15 : 2	½
75. Chlorätherin (105)			
76. Chloral	CH ₃ Cl ₂ O _½	7 : 2	½
77. Chloralhydrat	½ CH ₃ Cl ₂ O _½ + ½ H O _½ ½ CHCl ₂ + ½ CHO _½	1 : 1 1 : 2	½ ½
78. Chloraldehyden (4)			
79. Chlorbenzid	C ₆ H ₅ Cl ₂	15 : 2	½
80. Chlorkohlensäure	CClO ₃	7 : 2	½
81. Chlorkohlensäureäther	C ₂ H ₅ Cl ₂ O	11 : 2	½
½ (21) + ½ (80)	½ C ₂ H ₅ O _½ + ½ CClO ₃	1 : 1	½
82. Chlorkohlenstoff (143. 144. 145)			
83. Chloroform (122)			
84. Chloroxyd	{ Cl + ½ O ? ½ Cl + O ?	3 : 2 3 : 2	½ ½
85. Chlorschwefelsäure	S _½ O Cl	13 : 6	½
(227) + (73)	S _½ O + Cl	1 : 1	½
86. Chlorwasserstoff	½ H + ½ Cl	1 : 1	½
87. dito dito wasserhalt.	½ H ₂ Cl ₂ + ½ H O _½	1 : 1	½
88. Chlorwasserstoffäther (14)	CH ₂ + H _½ Cl _½	2 : 1	½
89. Chlor-Phosphor-Wasserstoff (203)	½ H ₂ P _½ + ½ H _½ Cl _½	1 : 1	½
90. Chrom	Cr		1
91. Chromoxychlorid	Cr _½ O Cl	5 : 2	½
92. Citren (Citronyl)	C ₆ H ₈	13 : 2	½
93. Cyan	C + N	2 : 1	1
94. Cyanbromür	½ CN + ½ Br	1 : 1	½
95. Cyanchlorür	½ CN + ½ Cl	1 : 1	½
96. dito starres	½ CN + ½ Cl	3 : 1	½
97. Cyanwasserstoff	½ CN + ½ H	1 : 1	½

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dichtigkeit beobacht.	Dichtigkeit berechnet.	Beobachter.	Siedpunkt C°.	Gewöhnl. Zustand Spec. Gew.
2,44033	2,47	Gay. et Thn. R. P. C. 2 ; 125	15,5; 4 At.	⊖
4,95241	4,93	D'Arc. A. C. 66 ; 108	180	1, . . . ?
5,08899	5,05	Dm. A. 31 ; 660	94	1,502 ; 18
2,85454	2,76	Dm. A. 31 ; 662		*
6,29206	6,37	Mt. A. 35 ; 374	210	1,457 ; 7,0
4,93702				
3,75895	3,823	Dm. A. 31 ; 644	94 ; 773	1,133 ; 15
2,99163	2,27	H. Dv. (Element. p. 213)	{ 10; 40 At.	⊖
2,32276		Gay. A. C. 1 ; 218		
4,65195	4,665	Rgn. A. C. 69 ; 174 (71 ; 445)	77,0	1,659 ; 20
1,25456	1,2474	Bt. et Ar. M. I. 1806. 320	10; 40 At.	⊖
0,69060		Bin. A. C. 68 ; 422	110	1, . . .
2,23495	2,219	Thn. M. A. I ; 121	11	0,874 ; 5,0
1,21958		Bin. A. C. 70 ; 431		⊖ ?
3,87916				* 5,19 ?
5,48251	{ 5,9 5,5	Wlt. A. 43 ; 159 Dm. A. C. 68 ; 427	118 ; 760	1,71 ; 21
4,76435	4,891	Cah. A. C. 70 ; 103	165	0,8569 ; 15
1,81879	1,8064	Gay. A. Ch. 95 ; 177	7 ; 3,6 At.	⊖
3,60608		Bin. A. C. 68 ; 426		*
2,12956		Gay. A. Ch. 95 ; 210		⊖
6,38868	6,35	Bin. A. C. 68 ; 425		*
0,94379	0,9476	Gay. A. Ch. 95 ; 150		⊖

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. A. auf I. Vol.
98. Cyanwasserstoffäther (19)			
99. Ditetryl (205)			
100. Dumasin	$C_5H_8O\frac{1}{2}$	27 : 2	$\frac{1}{2}$
101. Elaēn (<i>Elaène</i>)	C_4H_8	12 : 1	$\frac{1}{4}$
102. Elaldehyd (3×23)	$C_3H_6O\frac{1}{2}$	21 : 2	$\frac{1}{4}$
103. Elayl (10. 185)	CH_2	3 : 2	$\frac{1}{4}$
104. Elaylbromid (61) (3) + (67)	CH_2+Br	2 : 1	$\frac{1}{4}$
105. Elaylchlorid (75. 127) (4) + (86)	$CH_2Cl\frac{1}{2}+H\frac{1}{2}Cl\frac{1}{2}$	2 : 1	$\frac{1}{4}$
106. Elaylchlorid B.	CH_2+Cl	2 : 1	$\frac{1}{4}$
107. Elayljodid (131) (6) + (134)	CH_2+J $CH_2J\frac{1}{2}+H\frac{1}{2}J\frac{1}{2}$	2 : 1	$\frac{1}{4}$
108. Essigäther $\frac{1}{2}(21)+\frac{1}{2}(110)$	C_2H_4O $\frac{1}{2}C_2H_5O\frac{1}{2}+\frac{1}{2}C_2H_3O\frac{1}{2}$	7 : 1	$\frac{1}{4}$
109. Essiggeist (162)	$C_3H_2O\frac{1}{2}$	5 : 1	$\frac{1}{2}$
110. Essigsäure, wasserfr. (8) (2) + $\frac{3}{2}(222)$	$C_2H_3O\frac{1}{2}$ $C_2H_3+O\frac{1}{2}$	13 : 2	$\frac{1}{2}$
111. Essigsäure, Hydrat	$\frac{2}{3}C_2H_3O\frac{1}{2}+\frac{2}{3}HO\frac{1}{2}$	4 : 3	$\frac{1}{3}$
112. Fluor	F		1
113. Fluorwasserstoff	$\frac{1}{2}H+\frac{1}{2}F$	1 : 1	$\frac{1}{2}$
114. Formal ?	$(\frac{1}{3}C_4H_{10}O_3)$	17 : 3	
115. Formomethylal	$(\frac{1}{3}C_4H_{10}O_3)$	17 : 3	$\frac{1}{6}$
116. Formosal (Xylit ?)	$(\frac{1}{3}C_4H_{10}O_2)$	16 : 3	
117. Formyl	CH	2 : 1	$\frac{1}{2}$
118. Formylhyperbromid	$\frac{1}{2}CH+\frac{3}{2}Br$	2 : 1	$\frac{1}{2}$
119. Formylchlorid	CH + Cl	2 : 1	$\frac{1}{2}$
120. Formylhyperchlorür	CH + 2 Cl	3 : 2	$\frac{1}{2}$
121. dito dito (17)	CH + 2 Cl	3 : 2	$\frac{1}{2}$

V.	VI.	VII. Beobachter.	VIII. Siedpunkt C°.	IX. Gewöhnl. Zustand Spec. Gew.
V. berechnet.	VI. beobacht.			
5,31565	5,204	Kn. A. 44 ; 496	120	0, . . .
* 3,92156	4,071	Frm. A. C. 65 ; 145	110	0, . . .
4,59507	4,5157	Fhl. A. P. 27 ; 321	94	0, . . .
0,98039	0,9852	Sss. A. Ch. 78 ; 63		⊖
6,37376	6,485	Rgn. A. 37 ; 85	129,5 ; 762	2,164 ; 21
3,42072	3,478	Rgn. A. 37 ; 79	82,5 ; 756	1,256 ; 12
3,42072	3,478	Rgn. A. C. 71 ; 358	64	1,174 ; 17
9,68150		Rgn. A. 37 ; 88		*
3,06338	3,067	Dm. A. 12 ; 444	74 ; 760	0,866 ; 7
2,02189	2,019	Dm. A. 26 ; 191	55,6	0,7921
3,54588				
2,77732	2,74	Dm. (Concours etc. p. 37)	120	1,063 ; 17
1,28894				
0,67887				
2,45565	2,408	Kn. A. P. 19 ; 177	38	
2,45565	2,51	Dm. (Concours etc. p. 34)	42 ; 761	0,8551
2,08812	1,824	Kn. A. P. 19 ; 181		
0,91159				
8,54585		Dm. A. 31 ; 654		2,10
3,35192	3,321	Rgn. A. C. 69 ; 156	35—40	1,250 ; 15
5,79225	5,767	Rgn. A. C. 69 ; 163	135	1,576 ; 19
5,79225	5,799	Rgn. A. C. 71 ; 366	102	1,530 ; 17

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. At. auf I Vol.
122. Formylhyperchlorid	$\frac{1}{2} \text{CH} + \frac{1}{2} \text{Cl}$	2 : 1	$\frac{1}{4}$
123. Formylhyperjodid (133)	$\frac{1}{2} \text{CH} + \frac{3}{2} \text{J}$	2 : 1	$\frac{1}{4}$
124. Formylsäure (28)	$\text{CH} + \frac{3}{2} \text{O}$	5 : 2	$\frac{1}{2}$
125. Fuselöl der Kartoffeln (40)			
126. Fuselöl (187)			
127. Holländ. Flüssigkeit (75. 105)			
128. Holzäther (171) 2(165) + (249)	$\text{CH}_3\text{O}\frac{1}{2}$ $2 \text{C}_{\frac{1}{2}}\text{H} + \text{HO}\frac{1}{2}$	9 : 2 3 : 1	$\frac{1}{4}$
129. Holzgeist (171 ^b) $\frac{1}{2}(171) + \frac{1}{2}(249)$ (165) + (249)	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2} \text{CH}_3\text{O}\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{HO}\frac{1}{2}$ $\text{C}_4\text{H} + \text{HO}\frac{1}{2}$	3 : 1 1 : 1 2 : 1	$\frac{1}{4}$
130. Jod.	J		1
131. Jodätherin (107)			
132. Jodaldehyden (6)			
133. Jodoform (123)			
134. Jodwasserstoff	$\frac{1}{2} \text{H} + \frac{1}{2} \text{J}$	1 : 1	$\frac{1}{4}$
135. Jodwasserstoffäther (20)	$\text{CH}_2 + \text{J}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}}$	2 : 1	$\frac{1}{4}$
136. Jod - Phosphor - Wasserstoff	$\frac{1}{2} \text{H}_{\frac{1}{2}}\text{P}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} \text{J}_{\frac{1}{2}}\text{H}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	$\frac{1}{4}$
137. Kamphen	C_5H_8	13 : 1	$\frac{1}{3}$
138. Kampher	$\text{C}_5\text{H}_8\text{O}\frac{1}{2}$	27 : 2	$\frac{1}{4}$
139. Kiesel	Si		1
140. Kieselchlorid	$\frac{1}{2}\text{Si} + 2\text{Cl}$	7 : 3	$\frac{1}{3}$
141. Kieselfluorid	$\frac{1}{2}\text{Si} + 2\text{F}$	7 : 3	$\frac{1}{3}$
142. Kohle	C		1
143. Kohlenchlorid	CCl_2	3 : 1	1
144. Kohlenhyperchlorür	CCl_3	4 : 1	1
145. Kohlenhyperchlorid	$\text{C}_{\frac{1}{2}}\text{Cl}_2$	5 : 2	$\frac{1}{2}$
146. Kohlenoxyd	$\frac{1}{2}\text{C} + \frac{1}{2}\text{O}$	1 : 1	$\frac{1}{2}$

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dichtigkeit berechnet.	beobacht.	Beobachter.	Siedpunkt C°.	Gewöhnl. Zustand. Spec. Gewicht.
4,11629	4,199 { 4,192	Dm. A. 31 ; 653 Lb. A. P. 16 ; 171	60,8	1,480 ; 18 *
13,50746		Dm. A. 31 ; 655		
2,56549				
1,60050	1,624	Dm. A. 36 ; 100		◎
1,11030	1,120	Dm. A. 36 ; 92	66,5; 761	0,798 ; 20
8,70111	8,716	Dm. A. 9 ; 301	175—180	* 4,95
4,38496	4,346	Gay. A. Ch. 91 ; 16		◎
5,36535	5,4749	Gay. A. C. 1 ; 218	64,5	1,9206 ; 22,3
2,78478		Bin. A. C. 68 ; 429		*
4,76435				
5,31565	5,468 { 5,337	Dm. A. 26 ; 532 Dm. T. C. V ; 63	204	* 0,9857
3,05949				*
5,90049	5,939	Dm. A. 9 ; 416	100—x	1, . . .
3,59771	3,600	Dm. A. 9 ; 419		◎
0,84279				* 3,52 . .
5,72345	5,82	Rgn. A. C. 70 ; 106	120 (77)	1,553
8,16378	8,157	Rgn. A. C. 69 ; 166	182	* 2,0
5,30205	5,330	Rgn. A. C. 71 ; 384	78	1,599
0,97270	0,9678	Crk. Gilb. A. 9 ; 116		◎
				29 *

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. At. auf I. Vol.
147. Kohlensäure	C ₁ O	3 : 2	
148. Kohlensäureäther	C ₂ H ₁ O ₂	9 : 1	
(21)+(147)	C ₂ H ₅ O ₂ +C ₁ O	2 : 1	
149. Kohlensulfid (226)	$\frac{3}{6}$ C+ $\frac{2}{6}$ S	5 : 6	
150. Kohlenwasserstoff			
151. A	C ₂ H ₄	6 : 1	
152. B	C ₃ H ₄	13 : 2	
153. C	C ₃ H ₄	7 : 1	
154. D	C ₅ H ₄	15 : 2	
155. E	C ₄ H ₄	8 : 1	
156. F	($\frac{1}{5}$ C ₁₄ H ₂₂)	36 : 5	
157. Menthen	C ₅ H ₈	14 : 1	
158. Mercaptan	CH ₃ S ₁ ₂	25 : 6	
$\frac{1}{2}(22)+\frac{1}{2}(229)$	$\frac{1}{2}$ C ₂ H ₅ S ₁ ₂ + $\frac{1}{2}$ HS ₁ ₂	1 : 1	
(103)+(229)	CH ₂ +HS ₁ ₂	2 : 1	
159. Mesiten	C ₂ H ₄ O	7 : 1	
	$\frac{2}{3}$ CH ₃ O ₂ ₁ + $\frac{2}{3}$ C ₂ H ₃ O	4 : 3	
160. Mesityl	C ₃ H ₅	8 : 1	
161. Mesityloxyd	C ₃ H ₅ O ₂ ₁	17 : 2	
162. Mesityloxyhydrat (108)	$\frac{1}{2}$ C ₃ H ₅ O ₂ ₁ + $\frac{1}{2}$ HO ₂ ₁	1 : 1	
(163)+(249)	C ₃ H ₄ +HO ₂ ₁	3 : 2	
163. Mesitylen	C ₃ H ₄	7 : 1	
164. Methylal	C ₂ H ₄ O	13 : 2	
165. Methylen	C ₁ H	3 : 2	
166. Methylenchlorid	C ₁ HCl	5 : 2	
167. Methyl	CH ₃	4 : 1	
168. Methylchlorid	$\frac{1}{2}$ CH ₃ + $\frac{1}{2}$ Cl	1 : 1	
169. Methylfluorid	$\frac{1}{2}$ CH ₃ + $\frac{1}{2}$ F	1 : 1	
170. Methyljodid	$\frac{1}{2}$ CH ₃ + $\frac{1}{2}$ J	1 : 1	
171. Methyloxyd (128)	CH ₃ + $\frac{1}{2}$ O	3 : 2	
171 ^b . Methyloxyhydrat (129)			
172. M. ameisensaur.	$\frac{1}{2}$ CH ₃ O ₂ ₁ + $\frac{1}{2}$ CHO ₂ ₁	1 : 1	

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dichtigkeit berechnet.	Dichtigkeit beobacht.	Beobachter.	Siedpunkt C°.	Gewöhnl. Zustand Spec. Gewicht.
1,52400	1,5245	Bz. et Dl. A. C. 15 ; 393	0 ; 36 At.	⊖
4,10488	4,243	Ettl. A. 39 ; 160	125	0, . . . ?
2,63945	{ 2,6447 2,668	Gay A. C. 1 ; 218 u. 2 ; 135. Crb. A. C. 61 ; 232.	46,6	1,269 : 15,1
1,96078	2,000	Crb. A. C. 69 ; 193	25 — 30 ?	0, . . . ?
2,38218	2,354	Crb. A. C. 69 ; 194	50	0,709 ; 14
2,80358	2,802	Crb. A. C. 69 ; 195	80 — 85	0,8022
3,22498	3,340	Crb. A. C. 69 ; 197	100	0,821
3,64638	3,765	Crb. A. C. 69 ; 199	135 — 140	0,835
2,66253	2,637	Crb. A. C. 69 ; 201	65 — 70	0,7524
4,83315	4,94	Wlt. A. 52 ; 338	163 ; 760	0,851 ; 21
2,15822	2,201 2,188	Lb. A. P. 16 ; 171 Rgn. A. C. 71 ; 391	{ 61 — 63 (758)	0,842 ; 15
3,06338	2,873	Wdm. et Sch. 43 ; 618	63	0,808
2,87237				
3,42367		Kn. A. 44 ; 476	120	0, . . . ?
2,02189	2,019	Dm. A. 26 ; 191	56,6	0,7921
2,80357	2,914	Cah. A. C. 70 ; 103	135,5	0, . . .
2,64199	2,625	Mlg. A. C. 70 ; 395	42,0 ; 761,5	0,8551
0,49020				
2,93053	3,012	Rgn. A. C. 71 ; 379	30,5	1,344 ; 18
1,04919				
1,74476	1,731	Dm. A. 36 ; 103		⊖
1,16907	1,186	Dm. A. 36 ; 138. Dm. A. C. 61 ; 194		⊖
4,87515	4,883	Dm. A. 36 ; 105	40 — 50	2,237 ; 22
1,60050	1,624	Dm. A. 36 ; 100		⊖
2,08300	2,084	Dm. A. 36 ; 119		0, . . .

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV.
			A.t. auf IV.vol.
173. M. benzoësaur.	$\frac{1}{2}\text{CH}_3\text{O}_2 + \frac{1}{2}\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2$	1 : 1	$\frac{1}{4}$
174. M. essigsaur.	$\frac{1}{2}\text{CH}_3\text{O}_2 + \frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2$	1 : 1	$\frac{1}{4}$
175. M. salpeters.	$\frac{1}{2}\text{CH}_3\text{O}_2 + \frac{1}{2}\text{NO}_2$	2 : 1	$\frac{1}{4}$
176. M. schwefels.	$\text{CH}_3\text{O}_2 + \text{S}_8\text{O}_3$	1 : 1	$\frac{1}{4}$
177. Methyloxydid A	CH_2ClO_2	9 : 2	$\frac{1}{4}$
178. Methyloxydid B	CHCl_2O_2	9 : 2	$\frac{1}{4}$
179. Methyloxydid C	$\text{C}_2\text{Cl}_2\text{O}_2$	9 : 4	$\frac{1}{4}$
180. Methylsulfid	CH_3S_2	25 : 6	$\frac{1}{4}$
181. Naphtha :	C_3H_5	8 : 1	
182. Naphthalin	C_5H_8	9 : 1	$\frac{1}{4}$
183. Nelkensäure	$\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_2$	49 : 4	$\frac{1}{4}$
184. Nitrobenzid	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_3\text{O}$	7 : 1	$\frac{1}{4}$
185. Oelbildend. Gas (10. 103)			
186. Oleën (Oléène)	C_3H_6	9 : 1	$\frac{1}{4}$
187. Oenanthäther	$\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_2$	57 : 2	$\frac{1}{4}$
(21)+(188)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2 + \text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$	2 : 1	
188. Oenanthäsäure	$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$	21 : 1	$\frac{1}{4}$
189. Oenol (1. 108. 162)			
190. Oenyl (160)			
191. Orcin	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_2$	43 : 4	$\frac{1}{4}$
192. Oxaläther	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2$	10 : 1	$\frac{1}{4}$
(21)+(193)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2 + \text{CO}_2$	2 : 1	
193. Oxalsäure	CO_2	5 : 2	$\frac{1}{4}$
194. Paranaphthalin	$(\frac{3}{2}\text{C}_5\text{H}_4)$	27 : 2	$\frac{1}{4}$
195. Petrolen	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	16 : 1	
196. Pfeffermünzstearopten	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$	31 : 2	$\frac{1}{4}$
(157)+(249)	$\text{C}_5\text{H}_9 + \text{HO}_2$	1 : 1	
197. Phosgengas	$\text{C}_2\text{O}_2\text{Cl}$	2 : 1	$\frac{1}{4}$
198. Phosphor	P		2
199. Phosphorchlorid	$\frac{1}{6}\text{P} + \frac{1}{6}\text{Cl}$	11 : 6	$\frac{1}{4}$
200. Phosphorchlorür	$\frac{1}{4}\text{P} + \frac{6}{4}\text{Cl}$	7 : 4	$\frac{1}{4}$

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dichtigkeit berechnet.	beobacht.	Beobachter.	Siedpunkt C°.	Gewöhnl. Zustand. Spec. Gew.
4,74896	4,717	Dm. A. 36 ; 120	198,5	1,1 ; 17
2,57319	2,563	Dm. A. 36 ; 117	58 ; 762	0,919 ; 22
2,66650	2,640	Dm. A. 36 ; 114	66	1,182 ; 22
4,36343	4,565	Dm. A. 36 ; 108	188 ; 761	1,324 ; 22
3,97202	3,909	Rgn. A. C. 71 ; 400	105	1,315 ; 20
6,34355	6,367	Rgn. A. C. 71 ; 402	130 ?	1,606 ; 20
4,35754	4,670	Rgn. A. C. 71 ; 403	100	1,594
2,15822	2,115	Rgn. A. C. 71 ; 392	41	0,845 ; 21
2,87237	2,833	Sss. A. C. 4 ; 315	85,5	0,758 ; 19
4,48915	4,528	Dm. A. 26 ; 518	212	* 1,048
6,00500	6,4	Dm. (Concours p. 50)	153	
4,29097	4,40	Mt. A. 31 ; 627	213	1,209 ; 15
2,94117	2,875	Frm. A. C. 65 ; 142	55	0, . . .
10,47741	10,508	Lb. et Plz. A. 41 ; 575	225—230 (749)	0,862
7,89653				
5,51480	5,7	Dm. (Concours p. 59)		*
5,07757	5,087	Dm. A. 12 ; 444	183—184	1,093 ; 7,5
1,49669				*
6,73372	6,741	Dm. A. 26 ; 525	300	*
9,52870	9,415	Bss. A. C. 64 ; 146	280	0,891 ; 21
5,45325	5,62	Wlt. A. 52 ; 336	213,5; 760	*
3,41302		J. Dv. P. T. 1812. 150		◎
4,32562	4,58	Mt. A. 29 ; 218	290	* 1,77
	4,388	Dm. A. 25 ; 399		
4,78815	4,85	Mt. A. 29 ; 221		*
4,74190	4,875	Dm. A. 9 ; 307	78	1, . . .

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. At. auf 1 Vol.
201. Phosphorwasserstoff	$\frac{1}{4} \text{P} + \frac{6}{4} \text{H}$	7 : 4	$\frac{1}{4}$
202. Ph. bromwasserst. (69)			
203. Ph. chlorwasserst. (89)			
204. Ph. jodwasserstoffs. (136)			
205. Quadricarburet (99)	C_2H_4	6 : 1	
206. Quecksilber	Hg		$\frac{1}{2}$
207. Quecksilberbromid	Hg + Br	2 : 1	$\frac{1}{2}$
208. Quecksilberbromür	Hg + $\frac{1}{2}$ Br	3 : 2	$\frac{1}{3}$
209. Quecksilberchlorid	Hg + Cl	2 : 1	$\frac{1}{2}$
210. Quecksilberchlorür	Hg + $\frac{1}{2}$ Cl	3 : 2	$\frac{1}{3}$
211. Quecksilberjodid	Hg + J	2 : 1	$\frac{1}{2}$
212. Quecksilbersulfid (255)	$\frac{6}{9} \text{Hg} + \frac{1}{9} \text{S}$	7 : 9	$\frac{1}{3}$
213. Retinnaphtha	C_2H_4	15 : 2	$\frac{1}{4}$
214. Retinol	C_8H_{10}	16 : 1	$\frac{1}{4}$
215. Retinyl	C_6^oH_6	21 : 2	$\frac{1}{4}$
216. Salicyl	$\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2$	14 : 1	$\frac{1}{4}$
217. Salicylyhydrür	$\frac{1}{2} \text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2 + \frac{1}{2} \text{H}$	1 : 1	$\frac{1}{4}$
218. Salmiak (32)			
219. Salpeteräther	$\text{CH}_2^o\text{ONH}_2$	5 : 1	$\frac{1}{4}$
	$\frac{1}{2} \text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2 + \frac{1}{2} \text{NO}_3$	1 : 1	
220. Salpetersäure, salpetrige (234) + $\frac{1}{2}$ (222)	$\frac{1}{2}\text{N} + \text{O}$	3 : 2	$\frac{1}{4}$
	$\frac{1}{2}\text{N}_2\text{O}_2 + \frac{1}{2}\text{O}$	3 : 2	
221. Salpeters. wasserhalt.	$\frac{2}{3} \text{N}_2\text{O}_2 + \frac{4}{3} \text{HO}_2$	6 : 5	$\frac{1}{16}$
222. Sauerstoff	O		1
223. Schwefel	S		3
224. Schwefelchlorid, schwefels.	$\text{S}_{0,2} \text{Cl}_{0,6} \text{O}_{1,5}$	23 : 10	$\frac{1}{16}$
	$\frac{1}{3} \text{S}_2^o \text{Cl}_2^o + \text{S}_2^o \text{O}_2^o$	6 : 5	
225. Schwefelchlorür	$\frac{1}{2} \text{S} + \text{Cl}$	4 : 3	1
226. Schwefelkohlenstoff (149)			
227. Schweflige Säure	$\frac{1}{6}\text{S} + \text{O}$	7 : 6	$\frac{1}{2}$
228. Schwefelsäure	$\frac{1}{6}\text{S} + \frac{5}{6}\text{O}$	5 : 3	$\frac{1}{3}$
229. Schweflwasserstoff	$\frac{1}{6}\text{S} + \text{H}$	7 : 6	$\frac{1}{2}$

IV. Ablauf Vol.	V. Dichtigkeit berechnet.	VI. Dichtigkeit beobacht.	VII. Beobachter.	VIII. Siedpunkt G°.	IX. Gewöhnl. Zustand Spec. Gew.
	1,18460	1,147	H. Rs. A. 24 ; 121		⊖
	1,96078	1,9264	Frd. A. 5 ; 316	-17,8	⊖
	6,97848	{ 7,03	Mt. A. 29 ; 219	{ 360	13,557 ; 17
		{ 6,976	Dm. A. 9 ; 306		*
	12,37185	12,16	Mt. A. 29 ; 224		*
	9,67516	10,11	Mt. A. 29 ; 224		*
	9,41881	9,8	Mt. A. 29 ; 223		*
	8,19864	8,35	Mt. A. 29 ; 223		*
	15,67959	16,2	Mt. A. 29 ; 224		*
	5,39167	5,95	Mt. A. 29 ; 225		*
	3,22496	3,23	Wlt. A. 44 ; 90	108 ; 760	0,86
	7,29272	7,11	Wlt. A. 44 ; 101	238	0,9
	4,20536	4,244	Wlt. A. 44 ; 97	150	0,87
	8,44873				
	4,25876	4,276	Pr. A. C. 69 ; 292	196,5 ; 760	1,1731 ; 13,5
	2,60539	2,626	Dm. A. 12 ; 443	21 ; 758	0,886 ; 4
	1,59060	1,715	Mt. A. 29 ; 220	28	1,42
	1,24258	1,273	Bin. A. C. 68 ; 418	?	1, . . .
		1,1026	Bz. et Di. A. C. 15 ; 392		⊖
	6,65415	{ 6,90	Mt. A. 29 ; 217	{ 400 ?	* 2,087
		{ 6,551	Dm. A. 26 ; 559		
	4,44890	4,481	H. Rs. A. 46 ; 171	145	1, . . .
	4,65838	4,70	Dm. A. C. 49 ; 204	138	1,687
	2,21162	2,247	Brz. S. J. 23 ; 116	-10	⊖ (1,42)
	2,76292	3,01	Mt. A. 29 ; 220		* 1,95 ; 13
	1,17782	1,1912	Gay. et Thn. R. P. C. 1 ; 191		⊖

I. Namen der Gase.	II. Zusammensetzung Volume in Einem Vol.	III. Verdich- tung.	IV. A. auf 1 Vol.
230. Selen	Se		1
231. Selenige Säure	$\frac{1}{2}\text{Se} + \text{O}$	3 : 2	
232. Selenwasserstoff	$\frac{1}{2}\text{S} + \text{H}$	3 : 2	
233. Stickstoff	N		1
234. Stickstoffoxyd	$\frac{1}{2}\text{N} + \frac{1}{2}\text{O}$	1 : 1	
235. Stickstoffoxydul	$\text{N} + \frac{1}{2}\text{O}$	3 : 2	
236. Suberon	$\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2$	23 : 2	
237. Sumpfgas	$\frac{1}{2}\text{C} + 2\text{H}$	5 : 2	
238. Tellur	Te		1
239. Tellurwasserstoff	$\text{T}_{\frac{1}{2}}\text{H}$	3 : 2	
240. Terpenthinöl	$5\text{C} + 8\text{H}$	13 : 1	
241. Titan	Ti		1
242. Titanchlorür	$\frac{1}{2}\text{Ti} + 2\text{Cl}$	5 : 2	
243. Triyl (57)			
244. Urethan	$\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_{\frac{1}{2}}\text{O}$	13 : 2	
(81) + (31) - (86)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O} + \text{HN}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	
245. Valerianäther	$\text{C}_7\text{H}_7\text{O}$	23 : 2	
$\frac{1}{2}(21) + \frac{1}{2}(246)$	$\frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_{\frac{3}{2}}$	1 : 1	
246. Valeriansäure	$\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_{\frac{5}{2}}$	1 : 1	
247. Xylit	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_{\frac{5}{2}}$		
	$\frac{1}{2}\text{CH}_3\text{O}_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_{\frac{1}{2}}$	1 : 1	
248. Xylitnaphtha	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{\frac{1}{2}}$	39 : 4	
	$\text{CH}_3\text{O}_{\frac{1}{2}} + \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_{\frac{1}{2}}$	2 : 1	
249. Wasser	$\text{H} + \frac{1}{2}\text{O}$	3 : 2	
250. Wasserstoff	H		1
251. Wismuth	Bi		1
252. Wismuthchlorid	$\frac{3}{4}\text{Bi} + \frac{6}{4}\text{Cl}$	9 : 4	
253. Weinöl A	C_4H_8	12 : 1	
254. Weinöl B	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	16 : 1	
255. Zinn	Sn		1
256. Zinnchlorid	$\frac{1}{2}\text{Sn} + 2\text{Cl}$	5 : 2	
257. Zinnober (212)			

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dichtigkeit berechnet.	beobacht.	Beobachter.	Siedpunkt C°.	Gewöhnl. Zustand. Spec. Gew.
5,45326				*
3,82923	4,03	Mt. A. 29 ; 226		*
2,79543		Bin. A. C. 68 ; 424		⊖
	0,976	Bz. et Dl. A. C. 15 ; 393		⊖
1,03930	1,0388	Ber. A. C. 1 ; 218		⊖
1,52730	1,5204	Cn. A. C. 1 ; 218		⊖
4,40406	4,392	Bss. C. R. 2 ; 78	186	?
0,55900	0,555	Ths. B. B. 55 , 123		⊖
8,84419				*
4,49089		Bin. A. C. 68 ; 424		⊖
4,76435	4,765	Dm. A. 26 ; 535	156	0,86 ; 22
3,34844				*
6,55488	6,836	Dm. A. 9 ; 438	135 ; 763	1, . . .
3,09558	3,14	Dm. A. 31 ; 647	180	*
4,53397	4,558	Otto A. P. 27 ; 225	133,5	0,894 ; 13
6,48705			132	0,944 ; 10
2,15971	2,177	Wdm. et Sch. A. 49 ; 156	61,5	0,816
3,76812	3,94	Wdm. et Sch. A. 49 ; 399	110	0, . . .
0,62010	0,6235	Gay. A. C. 2 ; 135	100	1,000
1	0,0688	Bz. et Dl. A. C. 15 ; 393		⊖
1	9,77915			*
10,99486	11,16	Jacq. A. C. 66 ; 131		*
3,92156	3,965	Mss. A. C. 69 ; 256	100—x	0, . . .
9,52870	9,476	Rgn. A. C. 71 ; 413	285	0,897 ; 17
8,10735				*
8,93433	9,1997	Dm. A. 9 ; 435	120 ; 767	2,25 ?

Zusatz. Von den 55 bis jetzt bekannten elementaren Körpern sind gegenwärtig zehn, nämlich *Sauerstoff*, *Wasserstoff*, *Stickstoff*, *Schwefel*, *Phosphor*, *Chlor*, *Brom*, *Jod*, *Arsen* und *Quecksilber*, im Gaszustande gewägt worden, und von den sieben letzten kennt man auch die Dichtigkeit im starren oder flüssigen Zustand. Bei diesen sieben Elementen lässt sich also das Verhältnis ihrer Volume in beiden Aggregatzuständen nach der S. 422 angegebenen Methode ohne alle Hypothese, und wenigstens mit Annäherung zur Wahrheit, berechnen. Man findet dadurch Folgendes:

		(bei 0° und 0m,76)
1 Vol. starr. Schwefel	gibt	$\frac{2,09}{6,65} \cdot 769,8 = 241,9$ Vol. Gas
1 Vol. - Phosphor	-	$\frac{1,77}{4,326} \cdot 769,8 = 315,0$ - -
1 Vol. flüssig. Chlor	-	$\frac{1,33}{2,44} \cdot 769,8 = 419,6$ - -
1 Vol. - Brom	-	$\frac{2,966}{5,393} \cdot 769,8 = 423,4$ - -
1 Vol. starr. Jod	-	$\frac{4,95}{8,701} \cdot 769,8 = 438,0$ - -
1 Vol. - Arsen	-	$\frac{5,76}{10,565} \cdot 769,8 = 427,8$ - -
1 Vol. flüssig. Quecksilber	-	$\frac{13,56}{6,978} \cdot 769,8 = 1496,0$ - -

Diese Resultate können nur annähernd seyn, da die spec. Gewichte im Nichtgaszustand, abgesehen von den Beobachtungsfehlern, nicht unter denselben Umständen genommen wurden. Dafürgeachtet ist die nahe Gleichheit der Volumenzahl beim *Chlor*, *Brom*, *Jod*, *Arsen* ein höchst bemerkenswerther Umstand, der es sehr bedauern lässt, dass wir bis jetzt diese Zahl für die übrigen Elemente nicht anders als unter der doppelten Hypothese berechnen können, dass die spezifischen Gewichte der Gase den jetzt allgemein angenommenen Atomengewichten proportional, und letztere richtig festgesetzt seyen, d. h. nicht etwa ein Multiplum oder Submultiplum von ihnen genommen werden müsse.

(Schluss im nächsten Heft.)

Berichtigung. Auf Seite 425, 427, 429 und 431 sind die Überschriften der Spalten V und VI, *Dichtigkeit beobachtet, berechnet, mit einander verwechselt*.

**II. Ueber die chemische Zusammensetzung des Boracits, so wie diejenige der Verbindungen der Borsäure mit der Talkerde überhaupt;
von C. Rammelsberg.**

I. Untersuchung des Boracits.

Seitdem der Boracit durch Lasius entdeckt worden, ist er oftmals Gegenstand chemischer Untersuchungen gewesen. Die älteren derselben röhren von Ilsemann, Heyer und Westrum^b her¹), von denen der zuletzt Genannte die Borsäure als einen wesentlichen Bestandtheil auffand, ohne dass es ihm gelungen wäre, die übrigen Stoffe richtig zu bestimmen, woran der mangelhafte Zustand der analytischen Methoden jener Zeit Schuld war. Erst Vauquelin gab Borsäure und Talkerde als die einzige wesentlichen Bestandtheile an²), und verband damit eine quantitative Bestimmung, deren numerische Resultate (16,6 Talkerde und 83,4 Borsäure), wie sich später ergeben hat, indessen ganz unrichtig sind.

Pfaff untersuchte im J. 1813 den Boracit von Segeberg in Holstein³) und fand darin:

Talkerde	36,3
Borsäure	63,7
<hr/>	
100.	

Der Boracit von Lüneburg ist späterhin von Stro-

1) Ilsemann in Crell's Ann. 1788, Bd. I. Heyer, ibid. Bd. II.
Westrum^b in seinen physisch-chemischen Schriften, Bd. III Heft 1.

2) Vauquelin in Haüy's Mineralogie, Bd. II S. 338.

3) Pfaff in Schweigger's Journ. Bd. VIII S. 131.

meyer, Dumenil und Arfvedson untersucht worden¹⁾ und zwar mit folgenden Resultaten:

	Stromeyer.	Dumenil.	Arfvedson.
Talkerde	33	31,11	30,3
Borsäure	67	64,14	69,7
	—	Kieselsäure 0,50	—
	100	Eisenoxyd 1,50	100
		—	100.

Da man aber vor Arfvedson keine ganz sichere Scheidungsmethode der beiden Bestandtheile kannte, so ist von allen diesen Analysen eigentlich nur die seinige als zuverlässig zu betrachten. Er zerlegte den Boracit durch Flussspath und Schwefelsäure, und trennte nach Verflüchtigung der Borsäure die schwefelsaure Talkerde vom Gyps durch Wasser.

Demnach hätte also die wahre Zusammensetzung eines so interessanten Mineralkörpers ganz und gar nicht mehr zweifelhaft seyn sollen, wiewohl dies dennoch der Fall war. Aus Arfvedson's Analyse ergab sich nämlich, dass der Sauerstoff der Borsäure viermal so groß war, als der der Talkerde, so dass man den Boracit als eine Verbindung von 3 At. Talkerde und 4 At. Borsäure, $= \text{Mg}^3 \text{B}^4$, betrachten müfste. Nun ist es aber an und für sich nicht recht wahrscheinlich, dass eine Säure, welche, wie die Borsäure, 3 At. Sauerstoff enthält, Salze bilden sollte, in denen der Sauerstoff der Basis $\frac{1}{4}$ von dem der Säure wäre, da sonst der letztere stets ein einfaches Multiplum nach einer ganzen oder gebrochenen Zahl von dem ersten zu seyn pflegt. Es ist daher häufig die Meinung aufgestellt worden, dass jenes Verhältnis eigentlich $= 1 : 3$ sey, der Boracit mithin als neutrale borsaure Talkerde, MgB_3 , betrachtet

1) Stromeyer in Gilb. Ann. XVIII S. 215. Dumenil in seinen Chemischen Forschungen, S. 31. Arfvedson in Schweigg. Journ. Bd. XXXVIII S. 7.

werden müsse. (M. s. unter anderen Berzelius's Anwendung des Löthrohrs, 3. Aufl. S. 257. v. Kobell's Charakteristik der Mineralien, Bd. I S. 116; und Dessen Grundzüge der Mineralogie, S. 182.)

Dieses Verhältniss ist nun allerdings sehr einfach; allein ganz unverträglich mit Arfvedson's Analyse, da man bei der Berechnung beider Formeln sehr bald bemerkte, daß nur die erste ein mit dem Versuche übereinstimmendes Resultat giebt, die zuletzt angeführte sich von demselben weiter entfernt, als die möglichen Fehler des Versuchs rechtfertigen könnten. Denn es erfordert:

	$Mg^3 B^4$	$Mg B$
Talkerde	30,76	37,21
Borsäure	69,24	62,79
	100.	100.

Unter diesen Umständen schien es mir nicht unpassend, neue Versuche über den Boracit anzustellen, und dies um so mehr, als ich durch die Freigebigkeit von Prof. G. Rose mit einer hinreichenden Menge reiner Boracitkrystalle von Lüneburg versehen wurde.

Es waren dieselben im Wesentlichen von zweierlei Art; theils klein, aber vollkommen durchsichtig und glänzend; theils grösere undurchsichtige, an der Oberfläche oft rauh und wie zerfressen. Diese letzteren bestehen häufig theilweise aus stänglichen Parthien, welche in der Form von Pyramiden erscheinen, deren Spitzen im Mittelpunkt des Krystals liegen, während sie eine Granatoederfläche zur Basis haben.

Ich habe bei meinen Analysen das Princip der Arfvedson'schen Methode beibehalten, jedoch statt Flusspath und Schwefelsäure die reine concentrirte Fluorwasserstoffsäure angewandt, wie man sich ihrer nach Berzelius's Vorgange bei der Analyse alkalihaltiger Silikate zu bedienen pflegt. Diese Methode erlaubt eine

viel grössere Genauigkeit, da man hier des Auslaugens einer grossen Menge von Gyps, so wie der nachherigen Abscheidung des aufgelösten Kalks überhoben ist, und überdiess in der erhaltenen schwefelsauren Talkerde leicht andere Stoffe wahrnehmen kann.

1) Analyse von durchsichtigen Krystallen.

Das spec. Gew. derselben fand ich bei $12^{\circ}5$ C. = 2,955.

Sie wurden geschlämmt und mit Wasser ausgewaschen, welches indessen weder auf Kalk- noch Talkerde reagierte.

1,845 Grm. wurden in einer Platinschale mit rauchender Fluorwasserstoffsäure übergossen. Es trat keine Erhitzung ein, auch schien ein ziemlicher Anteil unzersetzt zu bleiben. Nach Zusatz von Schwefelsäure wurde das Ganze erhitzt, wobei sich der unaufgelöste Theil allmälig verminderte, und als die Masse bis zur Entfernung der überschüssigen Schwefelsäure erhitzt worden war, und der Rest sodann mit Wasser übergossen wurde, löste sich alles bis auf 0,014 vollständig auf. Die Flüssigkeit wurde verdampft und der Rückstand gelinde erhitzt, wobei sich noch etwas Schwefelsäure verflüchtigte. Als dies nicht mehr der Fall zu seyn schien, wog der erstere 2,421. Bei wiederholtem, nicht bis zum Glühen gebendem Erhitzen trat aber die Entwicklung von Schwefelsäure von Neuem ein, und die Masse betrug bei einer zweiten Wägung nur noch 1,994.

Diese Erscheinung war sehr auffallend, weil die freie Säure schon längst hätte ausgetrieben seyn müssen, und eine Zersetzung der schwefelsauren Talkerde bei der angewandten Temperatur nicht eintreten konnte. Als aber das Salz mit Alkohol übergossen, und dieser darüber abgebrannt wurde, zeigte sich ein sehr bedeutender Rückhalt an Borsäure. Die Fluorwasserstoffsäure hatte also zur Austreibung sämmtlicher Borsäure nicht hin-

hingereicht, die Schwefelsäure hatte aber den Boracit vollkommen zersetzt, denn außerdem hätte sich die Masse in Wasser nicht vollkommen auflösen können. Sie wurde deshalb von Neuem mit Fluorwasserstoffsäure u. s. w. behandelt, und gab eine schwefelsaure Talkerde, deren Gewicht, = 1,673, bei schwachem Glühen selbst constant blieb, und welche sich bei der Prüfung frei von Borsäure zeigte.

Um indessen zu erfahren, ob es wirklich reine schwefelsaure Talkerde sey, wurde der Gehalt von Schwefelsäure bestimmt, und 3,232 schwefelsaurer Baryt erhalten, entsprechend 1,11089 Schwefelsäure, woraus sich die Menge der Talkerde = 0,563 ergibt, was von der unmittelbar aus 1,673 berechneten nur um 0,006 differirt.

2) Analyse der undurchsichtigen Krystalle.

Ihr spec. Gew. ergab sich bei 11°,5 C. zu 2,935.

Sie wurden geschlämmt, und so lange mit Wasser ausgewaschen, bis es nicht mehr auf Kalk reagirte.

1,5005 Grm. wurden auf die angegebene Art zwei Mal mit Fluorwasserstoffsäure behandelt. Sie gaben 1,373 schwefelsaure Talkerde, = 0,467 reine Talkerde.

Die Resultate dieser Versuche, mit denen Arfvedson's verglichen, sind nun folgende:

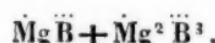
	I.	II.	Arfvedson.
Talkerde	30,748	31,124	30,3
Borsäure	69,252	68,876	69,7
	100.	100.	100.

Es bestätigen also die neuen Analysen jene ältere. Nun verhält sich in I. der Sauerstoff der Talkerde zu dem der Borsäure wie 12,03 : 47,26, also fast genau wie 1 : 4, daher auch die nach der Formel $Mg^3 B^4$ berechnete Zusammensetzung, nämlich

Talkerde	30,76
Borsäure	69,24
	100

der gefundenen möglichst nahe kommt.

Um das ungewöhnliche Sauerstoffverhältniss von 1 : 4 zu erklären, ließt sich die Ansicht aufstellen, daß der Boracit kein einfaches, sondern ein Doppelsalz sey, nach der Formel :



worin die beiden einfachen Salze das Sauerstoffverhältniss von 3 : 9 und 2 : 9 darbieten, welche, wie sich später ergeben wird, unter den verschiedenen Sättigungsgraden der borsauren Salze als natürliche Glieder auftreten. Beide Salze existiren auch in der That. Das erste (neutrale borsaure Talkerde) fand Wöhler in Verbindung mit 8 At. Wasser krystallisiert ¹⁾, und das zweite habe ich in Verbindung mit zweifach borsaurem Natron in einem unten näher beschriebenen Doppelsalze gefunden.

Es liegt allerdings etwas Befremdendes in dieser nur vermutungsweise aufgestellten Ansicht, da wir noch kein anderes Beispiel der Art mit Sicherheit kennen; allein wenn man erwägt, daß auf ähnliche Weise zwei binäre Verbindungen (Oxyde, Schwefelmetalle) eines und desselben Radicals sich mit einander vereinigen, und oft nur dadurch ein einfaches stöchiometrisches Verhältniss gewonnen wird (— ich erinnere an das Eisenoxydoxydul, dessen Sauerstoff sich zu dem des Eisenoxyduls wie $1\frac{1}{3} : 1$ verhält —), so wäre es auch wohl denkbar, daß bei Sauerstoffsalzen (als Verbindungen zweier Oxyde) ein solcher Fall einträte.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXVIII S. 525.

I. Untersuchung mehrerer borsauren Salze.

Die Analysen des Boracits führten mich zu der Untersuchung einiger anderen Verbindungen der Borsäure mit der Talkerde, welche ganz besonders in der Absicht unternommen wurde, ihre Zusammensetzung näher zu bestimmen, was für die Kenntnis der verschiedenen Sättigungsgrade borsaurer Salze überhaupt von Interesse schien.

L. Gmelin hat das Verhalten des Borax zur schwefelsauren Talkerde untersucht ¹⁾), und dabei gefunden, dass in der gemischten Auflösung beider Salze beim Erhitzen ein Niederschlag entsteht, der beim Erkalten wieder verschwindet. Durch freiwilliges Verdunsten der Flüssigkeit glaubte er zwei Salze erhalten zu haben, beide aus Borsäure, Schwefelsäure, Natron und Talkerde bestehend. Das eine derselben bildete ansehnliche glänzende Krystalle; es verwitterte an der Luft, löste sich in Wasser auf, und zeigte beim Erhitzen dieser Auflösung die erwähnte Erscheinung, deren Ursache es also war. Es schmolz in höherer Temperatur unter Verlust von 55 bis 56 Proc. Wasser.

Wöhler, welcher dieses Salz gleichfalls erhielt ²⁾), fand darin keine Schwefelsäure, sondern erklärte es für ein Doppelsalz von borsaurem Natron und borsaurer Talkerde; nach ihm beträgt der Wassergehalt 52,5 Proc. Die Auflösung beginnt bei etwa 70° sich zu trüben.

Ich habe diese Versuche in der Art wiederholt, dass ich Gemenge beider Salze in verschiedenen Verhältnissen machte, und die Auflösungen in der Luft dem freiwilligen Verdunsten überließ.

- a) 2 At. Borax gegen 1 At. Bittersalz, oder ungefähr 3 Gewhl. des ersten gegen 1 Th. des letzteren.

1) Schweigger's Journal, Bd. XV S. 261.

2) a. a. O.

Zuerst krystallisierte Borax heraus, dann das eben erwähnte Doppelsalz in ansehnlichen Krystallen, und zuletzt blieb eine mit Krystallen von schwefelsaurem Natron gemengte, syrupsdicke Flüssigkeit.

- b)* Als 1 At. Borax (3 Th.) gegen 2 At. Bittersalz (4 Th.) angewandt wurden, schoß eine reichliche Menge des Doppelsalzes an; die Mutterlauge, welche nicht mehr krystallisierte, enthielt gleichwohl noch einen Theil dieses Salzes, da sie sich beim Erhitzen trübte, aber außerdem noch schwefelsaure Talkerde, da sie von Ammoniak gefällt wurde.
- c)* Aus einem Gemisch von gleichen Atomen beider Salze (1 Th. Bittersalz, $1\frac{1}{2}$ Th. Borax) wurden dieselben Substanzen wie aus *a* erhalten.

In allen Fällen bildete sich also das Doppelsalz, aber keine andere gut krystallisierte Verbindung.

Die Krystalle dieses borsauren Talkerde-Natrons erreichen oft die Gröfse von 0",5. Sie besitzen starken Glanz, und gehören, wie es scheint, dem 2- und 1-gliedrigen System an. Herrschend sind die Flächen eines schiefen Prismas von etwa $85\frac{1}{2}^{\circ}$ und $94\frac{1}{2}^{\circ}$, von welchen Flächen das eine Paar stets glänzender ist als das andere. In der Endigung eine schiefe Endfläche, die stark gewölbt und gestreift ist, zwei Zuschärfungsflächen, auf die stumpfen Seitenkanten der Säule aufgesetzt, und in der Diagonalzone der vorigen liegend, mit einer Neigung von etwa 89° unter einander; ferner Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen der schießen Endfläche und den Säulenflächen der hinteren Seite. Sie verwittern an der Luft sehr langsam, wobei sie ein emailartiges Ansehen erlangen und zerfallen. Ihre Auflösung zeigte die von L. Gmelin und Wöhler bemerkte Erscheinung.

Zur Untersuchung ihrer Zusammensetzung dienten folgende Versuche:

I. 2,373 Grm. wurden langsam bis zum Glühen erhitzt, wobei sie 1,218 am Gewicht verloren. Der Rest

wurde in Chlorwasserstoffssäure aufgelöst, und daraus durch Ammoniak und phosphorsaures Natron ein Niederschlag erhalten, der nach dem Glühen 0,56 wog, =0,2053 Talkerde.

II. 2,013 wurden auf die beim Boracit angegebene Art zwei Mal mit Fluorwasserstoffssäure zerlegt. Die schwefelsauren Salze wogen 0,784; nach der Trennung vermittelst essigsaurer Baryts u. s. w. lieferten sie 0,282 schwefelsaures Natron, =0,1235 Natron, und 0,502 schwefelsaure Talkerde, =0,1708 reine Talkerde.

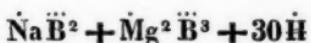
III. 1,069 verloren beim Glühen 0,546. Hiernach enthält die Verbindung:

	I.	II. und III.	Sauerstoff.
Talkerde	8,654	8,437	= 3,26
Natron	—	6,139	= 1,57
Borsäure	—	34,349	= 23,63
Wasser	51,327	51,075	= 45,40
		100.	

Der Sauerstoff der Talkerde ist doppelt so groß als der des Natrons, der der Borsäure ist 15 Mal so groß als der letztere, und die Hälfte vom Sauerstoffgehalt des Wassers; das Salz enthält demnach 1 At. Natron, 2 At. Talkerde, 5 At. Borsäure und 30 At. Wasser. Es lässt sich durch



bezeichnen, welche Formel zwar einen sehr einfachen Ausdruck gewährt, aber nicht wohl zulässig ist, weil die schwächere Basis nicht mit einer größeren Säuremenge verbunden gedacht werden darf als die stärkere; es ist daher



vorzuziehen. Die berechnete Zusammensetzung nach beiden Formeln ist:

Talkerde	7,995
Natron	6,048
Borsäure	33,746
Wasser	52,211
	100.

Wöhler hat gefunden, dass die merwürdige Eigenschaft der Auflösung dieses Salzes, sich in der Hitze zu trüben und beim Kochen einen Niederschlag abzusetzen, der beim Erkalten wieder vollständig verschwindet, darauf beruht, dass eine *basische borsaure Talkerde* sich abscheidet, während borsaures Natron und freie Borsäure in der Flüssigkeit zurückbleiben. 100 Th. des krystallisierten Salzes gaben ihm in einem Versuche einen Niederschlag, der nach dem Trocknen und Glühen 9,8 Proc. betrug. Die Zusammensetzung dieses Körpers wurde nicht untersucht.

Ich löste 5,398 Grm. des krystallisierten Doppelsalzes in einer beträchtlichen Menge kalten Wassers auf, und erhielt die Auflösung längere Zeit hindurch im Kochen. Der entstandene Niederschlag wurde möglichst schnell von der Flüssigkeit getrennt, und einmal mit *kaltem* Wasser ausgewaschen. Die Anwendung von kochendem Wasser, dessen sich Wöhler bei dieser Gelegenheit bediente, wurde aus dem Grunde vermieden, weil der Niederschlag, wie ich fand, durch Aussüßen mit heißem Wasser einen Theil seiner Säure verliert, und dafür beim Trocknen Kohlensäure anzieht, was auch Wöhler bemerkte.

Eine andere Schwierigkeit, welche sich der Ausmittlung seiner Zusammensetzung entgegenstellt, liegt darin, dass man beim Trocknen nicht leicht den Punkt ganz genau trifft, bei welchem er kein hygroskopisches Wasser mehr enthält, und auch noch nichts vom chemisch gebundenen, dessen er sehr viel enthält, verloren hat. Die Gegenwart einer geringen Menge Kohlensäure ist

auch nicht zu vermeiden. Er wurde zuerst an der Luft und dann in einem abgeschlossenen Raum über Schwefelsäure getrocknet, bis sein Gewicht sich nicht weiter zu vermindern schien. In diesem Zustande betrug er 0,855, was 15,839 Proc. vom angewandten Doppelsalze ausmacht.

Zur weiteren Untersuchung wurden 0,839 desselben geglüht, wobei er nicht schmolz, aber an Volum sehr bedeutend abnahm. Der Verlust war = 0,394. Der Rest ward in Chlorwasserstoffssäure aufgelöst und die Talkerde mit Ammoniak und phosphoraurem Natron gefällt, wobei 0,742 geglühter Niederschlag, 0,272 Talkerde entsprechend, gewonnen wurden.

Dem zufolge enthält diese Verbindung im Hundert:

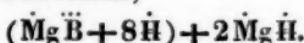
	im wasserfreien,		im wasserhaltigen
	Sauerstoff.		Zustande.
Talkerde	61,84	23,9	32,42
Borsäure	38,16	26,2	20,62
	100.		Wasser 46,96
			100.

Es scheint hieraus hervorzugehen, dass in diesem Salze der Sauerstoffgehalt der Basis und Säure einander gleich seyen, wiewohl der Versuch mehr von der letzteren gegeben bat, was nicht auffallen kann, da das untersuchte Salz unmöglich ohne Zersetzung frei von anhängender Borsäure erhalten werden kann. Er ist also in diesem Fall = $Mg^3 B$.

Was die Quantität des gebundenen Wassers betrifft, so ist es, nach dem Angeführten, nicht leicht, sie mit Genauigkeit festzustellen. Es scheint jedoch, das sie 10 At. beträgt; denn die berechnete Zusammensetzung für die wasserhaltige Verbindung ist alsdann:

Talkerde	33,18
Borsäure	18,67
Wasser	48,15
	100.

Man kann dieses Salz als eine Verbindung von 1 At. wasserhaltiger neutraler borsaurer Talkerde mit 2 At. Talkerdehydrat betrachten,



Ich habe mich bemüht, entsprechende Doppelsalze von borsaurer Talkerde mit borsaurem Kali und Ammoniak hervorzubringen, jedoch ohne günstigen Erfolg. Das Nachfolgende enthält die Hauptresultate der darauf bezüglichen Versuche.

Borsäure wurde in der Wärme bis zur Sättigung in Ammoniakflüssigkeit aufgelöst, und diese Auflösung, mit neutraler chlorwasserstoffsaurer Talkerde vermischt, dem freiwilligen Verdunsten überlassen. Es schied sich anfänglich ein Salz in krystallinischen Rinden ab, die an der Luft verwitterten und Ammoniak enthielten. Ohne Zweifel war die gesuchte Verbindung darin enthalten, denn die Auflösung trübte sich beim Kochen unter Ammoniakentwicklung; allein es war mit borsaurer Talkerde gemengt, die sich durch Umkristallisiren nicht davon trennen ließ. Deswegen gaben auch die Versuche mit diesem Salze keine brauchbaren Resultate. So zeigte ein Versuch 45,39 Proc. Wasser und 8,065 Proc. Talkerde; ein anderer hingegen 43,57 Wasser; 9,134 Talkerde und 2,688 Ammoniak.

Die Mutterlauge gab bei fernerem Verdunsten eine reichliche Menge eines körnig krystallinischen Salzes, welches in Wasser ziemlich leicht auflöslich war, kein Ammoniak enthielt, und dessen wässrige Auflösung sich beim Erhitzen nicht trübte. Es erwies sich als dreifach bor-

saure Talkerde, identisch mit derjenigen, die durch Digestion von Talkerde und Borsäure erhalten wird. Zuletzt krystallisierte Salmiak.

Bei späteren Versuchen wählte ich statt der chlorwasserstoffsauren Talkerde das schwefelsaure Salz; erhielt indefs dieselben Resultate, nur mit dem Unterschiede, daß nach dem Herauskristallisiren der borsauren Talkerde ein Salz in gut ausgebildeten Krystallen anschoß, welches sich als schwefelsaure Ammoniak-Talkerde zu erkennen gab.

Aus einer Flüssigkeit, welche ein Atgw. borsaures Kali und 2 Atgw. chlorwasserstoffsaurer Talkerde enthielt, schoß erst nach langer Zeit Chlorkalium an, und der dickflüssige Rest erstarrte zu einer undeutlich krystallinischen Masse.

Wird eine concentrirte Auflösung von *Borsäure* mit einem Ueberschufs von *kohlensaurer Talkerde*, oder besser mit feuchtem *Talkerdehydrat* gekocht, so erhält man beim Verdampfen krystallinische Krusten, welche einer wasserhaltigen sauren borsauren Talkerde angehören, der nänlichen, welche aus einem Gemisch von borsaurem Ammoniak und einem Talkerdesalz erhalten wird.

Dieses Salz löst sich bei gewöhnlicher Temperatur in 75 Theilen Wasser auf, und enthält Krystallwasser, wovon es jedoch über Schwefelsäure nichts verliert. Seine Auflösung wird, wie schon Wöhler gezeigt hat, nur im concentrirten Zustande von Ammoniak gefällt; beim Erhitzen bleibt sie klar. Bei Rothglühhitze erleidet das Salz eine anfangende Schmelzung und verwandelt sich in eine poröse, weiße Masse. Wöhler führt an, daß es in diesem Zustande durch kochendes Wasser in Borsäure und reine Talkerde zerfällt.

I. 2,375 Grm. wurden gebrannt. Der Verlust betrug 0,830. Der Rest lieferte, nach dem Auflösen in Chlorwasserstoffsäure, auf Zusatz von Ammoniak und

phosphorsaurem Natron, und nach dem Glühen 0,708 phosphorsaure, = 0,2596 reine Talkerde.

II. 1,35 Grm. verloren beim Glühen 0,486, und lieferten 0,392 phosphorsaure, = 0,1437 reine Talkerde.

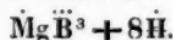
III. 1,75 Grm. (aus borsaurem Ammoniak und chlorwasserstoffsaurer Talkerde erhalten) verloren 0,631; und gaben 0,515 phosphorsaure, = 0,1888 reine Talkerde.

IV. 2,483 des nämlichen Salzes, in Wasser gelöst, gaben 0,721 phosphorsaure Talkerde, = 0,2644 Talkerde.

Demzufolge besteht das Salz aus:

	I.	II.	III.	IV.
Talkerde	10,932	10,65	10,791	10,648
Borsäure	54,128	53,35	53,152	—
Wasser	34,940	36,00	36,057	—
	100.	100.	100.	

Der Sauerstoff der Talkerde, der Borsäure und des Wassers verhalten sich wie 1 : 9 : 8; das Salz ist also eine *dreifach boreaure* Talkerde:

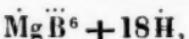


Es scheint indessen, als werde diese Verbindung bei der Einwirkung der Borsäure auf Talkerde, wenn auch vorzugsweise, doch nicht ausschließlich gebildet. Wenigstens habe ich ein Mal, bei Anwendung von kohlensaurer Talkerde (*Magnesia alba*) ein körniges Salz erhalten, welches die Bestandtheile in anderen Proportionen, und zwar doppelt so viel Borsäure als das beschriebene enthielt. 2,856 Grm. verloren nämlich beim Glühen, wobei sie zu einer porcellanartigen Masse zusammensinterten, 1,149 am Gewicht. Der Rest wurde mit Wasser ausgekocht, wobei sich aber ein Theil Talkerde mit auflöste, der 0,135 phosphorsaure Talkerde lieferte. Das in Wasser unlösliche, 0,203 betragend, enthielt dagegen noch so viel Borsäure, dass nach dem Auflösen in Chlorwasserstoffsaure und der Fällung 0,3 phosphorsaure, = 0,11 reine Talkerde erhalten wurden.

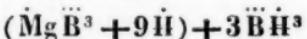
Nach diesem Versuche enthält das Salz:

	Sauerstoff.
Talkerde	5,585
Borsäure	54,184
Wasser	40,231
	<hr/> 100.

Der Sauerstoff der Borsäure sowohl wie des Wassers wäre darnach 18 Mal so groß als der der Talkerde, und das Salz würde ein sechsfachsaures seyn, durch



oder richtiger vielleicht durch



bezeichnet werden. Die berechnete Zusammensetzung ist:

Talkerde	5,27
Borsäure	53,41
Wasser	41,32
	<hr/> 100.

Durch die im Vorhergehenden untersuchten Verbindungen werden die bisher bekannten Sättigungsgrade bei borsauren Salzen um einige vermehrt. Setzt man in allen die Sauerstoffmenge der Borsäure = 18, so verhält sich die der Basis wie 1 : 1½ : 2 : 3 : 4 : 6 : 9 : 18; wenn man nämlich den oben beschriebenen Niederschlag aus dem krysaldisirten Doppelsalze als ein einfaches Salz betrachtet.

Uebersicht der verschiedenen Sättigungsgrade borsaurer Salze.

Verhältnis des Sauerstoffs der Basis zu dem der Säure.

- 1) 1 : 18 = $\frac{1}{6}$: 3 = R B⁶. Sechsach borsaure Salze,
z. B. Mg B⁶ + 18 H.

Verhältnis des Sauerstoffs der Basis zu dem der Säure.

- 2) $1\frac{1}{2} : 18 = \frac{1}{4} : 3 = \dot{R} \ddot{B}^4$. *Vierfach bors. Salze,*
z. B. $\dot{N} \ddot{H}^4 \ddot{B}^4 + 8 \ddot{H}$.
- 3) $2 : 18 = \frac{1}{3} : 3 = \dot{R} \ddot{B}^3$. *Dreifach bors. Salze,*
z. B. $\dot{M}g \ddot{B}^3 + 8 \ddot{H}$.
- 4) $3 : 18 = \frac{1}{2} : 3 = \dot{R} \ddot{B}^2$. *Zweifach bors. Salze,*
z. B. $\dot{N}a \ddot{B}^2 + 10 \ddot{H}$.
- 5) $4 : 18 = \frac{2}{3} : 3 = \dot{R}^2 \ddot{B}^3$. *Anderthalbfach borsaure Salze, z. B. $Mg^2 \ddot{B}^3$.*
- 6) $6 : 18 = 1 : 3 = \dot{R} \ddot{B}$. *Neutrale bors. Salze,*
z. B. $\dot{N}a \ddot{B} + 8 \ddot{H}$.
- 7) $9 : 18 = 1\frac{1}{2} : 3 = \dot{R}^3 \ddot{B}^2$. *Halbbasisch bors. Salze,*
z. B. $\dot{N}a^3 \ddot{B}^2$ (von Arfvedson beschrieben).
- 8) $18 : 18 = 3 : 3 = \dot{R}^3 \ddot{B}$. *Zweifachbasisch borsaure Salze, $Mg^3 \ddot{B} + 10 \ddot{H}$.*

Wenn man den Boracit, so wie ein ihm entsprechendes borsaures Ammoniak, welches 3 At. Ammoniumoxyd gegen 4 At. Borsäure enthält, als einfache Verbindungen betrachten wollte, so würden sie in dieser Reihe mit dem Verhältnis von $4\frac{1}{2} : 18$ oder $\frac{3}{4} : 3$ eintreten, und ein, wenn auch nicht unmögliches, doch immer etwas complicirtes Glied bilden, in welchem das neutrale Salz mit $\frac{1}{3}$ der darin enthaltenen Säuremenge verbunden wäre, also ein *Vierdrittelsaures* borsaures Salz. Das angeführte Ammoniaksalz wird von Berzelius als halbbasisches, verbunden mit Borsäurehydrat, betrachtet.



III. Ueber die Erscheinungen der sogenannten Ladungssäule, mit besonderer Beziehung auf die Volta'sche Theorie der galvanischen Kette und Säule; von C. H. Pfaff in Kiel.

Herr Prof. Pohl glaubt in gewissen Erscheinungen der sogenannten Ladungssäule den Ausdruck des wahren inneren Wesens des Vorgangs an der galvanischen Kette, und somit auch der Volta'schen Säule gleichsam die Formam derselben in Baco's Sinn, was allerdings mehr ist als ein bloß formelles Erklärungsprincip, gefunden zu haben. Das Fundamentalfactum, welches ihm dieser Ausdruck zu seyn scheint, besteht darin, dass in einer solchen, aus mehreren homogenen Platten, z. B. von Kupfer, zusammengesetzten Kette, in welcher zwischen je zweien derselben eine feuchte Papp- oder Tuchscheibe interpolirt ist, und an deren einem Ende sich eine Zink- und am anderen Ende eine Kupferplatte befindet, wie Fig. 17 Taf. I sie darstellt, welche beiden letzteren Endplatten, wie sie metallisch etwa durch einen Draht mit einander verbunden sind, ein einfaches Volta'sches Element darstellen, durch welches, dem Principe dieser Theorie gemäfs, ein elektrischer Strom erregt wird, dessen positive Hälfte vom Zink in gleichförmiger Richtung durch alle Zwischenplatten nach dem Kupfer geht, während von dem Kupfer ihm in entgegengesetzter Richtung die negative Hälfte zuströmt, und in Folge durch ihre wechselseitige Ausgleichung eine beständige Erneuerung dieses Doppelstromes (oder im Sinne der Franklin'schen Theorie, des in einer Richtung von dem Zink nach dem Kupfer gerichteten Stromes) veranlaßt, dass in einer solchen Kette auf keine Weise eine solche Art von Strömung nachzuweisen sey, sondern dass sich vielmehr in

derselben eine gesetzmässige Abwechselung von Polaritäten zu erkennen gebe, dergestalt, dass wie $Z+$, $C-$ sich verhalte, von außen nach innen fortschreitend, das dem Zink zunächst zugewandte α sich negativ, das dem Kupfer zugewandte α dagegen positiv verhalte, die also, mit einander metallisch verbunden, ein ähnliches Element wie ZC , nur mit entgegengesetzt gelagerten Polaritäten darstellen, eben so das dem negativen α zunächst gelegene β positiv, das dem α zunächst gelegene β dagegen negativ auftrete, und so regelmässig abwechselnd von außen nach innen. Ich hatte in dem Artikel Galvanismus (Physikalisches Wörterbuch, Bd. IV 2. Abth. S. 816 folg.) dies geläugnet, irre geführt durch den Ausfall von Versuchen, die nicht unter den Bedingungen angestellt worden waren, die Hr. Prof. Pohl als unerlässlich aufgestellt hatte. Eine spätere Belehrung durch Hrn. Pohl (Poggend. Annal. Bd. XVI S. 101) hatte mich meinen Irrthum kennen gelehrt. Ich sümme nicht, der erhaltenen Anweisung gemäss, die Versuche zu wiederholen, und fand nun zwar in einigen Fällen eine Ueber-einstimmung mit dem von Hrn. Pohl als allgemein aufgestellten Gesetze, aber auch manche auffallende Abweichungen¹⁾). Hr. Prof. Pohl hat aus Verlassung meiner Versuche den Gegenstand einer neuen Discussion unterworfen²⁾). Er schreibt die von mir beobachteten Anomalien bloßen Zufälligkeiten zu, die der Allgemeinheit des Gesetzes der regelmässig abwechselnden Polaritäten keinen Eintrag thun könnten, er bringt neue That-sachen zur Unterstützung der Behauptung der allgemeinen Gültigkeit des Gesetzes herbei, entwickelt noch genauer wie früher die Theorie, indem er sie auf die hin-länglich ausgemachten Gesetze der elektrischen Induction gründet, und glaubt auf immer den leeren Formalismus

1) Revision der Lehre des Galvano-Voltaismus, S. 175 folg.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVI S. 595.

des Volta'schen Erklärungsprincipes beseitigt zu haben. Dieser Aufsatz des Hrn. Pohl, der zuerst durch meine Versuche veranlaßt war, und meine Bekehrung von der Volta'schen Irrlehre mit bezweckte, war für mich eine neue Aufforderung, diesen hochwichtigen Gegenstand einer neuen umsichtigen Experimental-Untersuchung zu unterwerfen, da ich ganz die Ueberzeugung Pohl's theilte, daß es sich hier um eine Lebensfrage in Beziehung auf dasjenige Erklärungsprincip handle, welches früher mit so allgemeinem Beifalle aufgenommen, in neueren Zeiten so feindlich bestritten ward. Die nachfolgenden Versuche lieferten Resultate, die weit entfernt zur Bestätigung des von Hrn. Pohl aufgestellten allgemeinen Gesetzes zu dienen, vielmehr im directesten Widerspruche mit demselben standen, und vielmehr zu Gunsten der älteren Ansicht zu sprechen schienen. Abgesehen hievon scheinen sie mir der Aufmerksamkeit der Physiker werth, da sie die inneren Vorgänge der Ladungssäule, die ein immer noch nicht gehörig aufgeklärtes Problem darbietet, in ein neues Licht setzen, und zur Kenntniß der Gesetze, nach welchen sich die Elektricität auf mehreren ihr angebotenen Wegen verbreitet, einen neuen Beitrag liefern.

Zur leichteren Uebersicht der von mir gewonnenen Erfahrungen will ich die Versuche unter zwei Gruppen ordnen, wovon die erste diejenigen begreift, die mit sogenannten Ladungssäulen, im engeren Sinne, angestellt wurden, mit solchen nämlich, die außer den beiden von einander heterogenen Erreger-Platten aus lauter homogenen, durch feuchte Zwischenleiter von einander getrennten, Metallplatten zusammengelegt waren, und dann die Versuche mit einer Säule folgen lassen, in welcher die beiden heterogenen, durch einen feuchten Zwischenleiter von einander getrennten Metallplatten in regelmäßiger Abwechslung auf einander folgten, welche Säule Hrn. Prof. Pohl in seinem neuesten Aufsatze vorzüglich

gedient hat, den Vorgang in jener erstenen Säule in ein helleres Licht zu setzen.

I.

Die in diesen Versuchen gebrauchten Kupferplatten waren dieselben, wie die in meinen früheren Versuchen angewandten¹⁾), von 8 Zoll im Durchmesser, am Rande mit Näpfchen versehen, in welchen sich Quecksilber befand, um die Verbindung der correspondirenden Metallplatten durch die Enden des Multiplicators oder durch Kupferdrähte schnell und leicht zu Stande bringen zu können, und übrigens die an dem a. O. beschriebenen und von Hrn. Pohl eingeschärften Vorsichtsmassregeln beobachtet. Ein Hauptaugenmerk musste vorzüglich auf die Beseitigung einer Störung des Erfolgs durch eine *Ladung*, die hier so leicht eintreten kann, gerichtet werden. Wie dunkel auch das wahre Wesen des Vorgangs der Ladung der Platten in einer solchen Säule durch den elektrischen Strom der Erreger-Platten ist, so sind doch die Erscheinungen, welche man mit diesem Namen bezeichnet, und die Umstände, unter welchen sie eintreten, hinlänglich bekannt. Bezeichnen wir der Kürze halber in der Folge die beiden Erregerplatten durch 1, die correspondirenden Metallplatten $\alpha\alpha$, durch 2, $b\beta$ durch 3, und $e\gamma$ durch 4, so wurde, um jenen Einfluß der Ladung so viel möglich zu beseitigen, die metallische Verbindung des Plattenpaars, stets erst in demselben Augenblicke veranstaltet, wenn aus den Näpfchen des Plattenpaars, dessen elektrisches Verhalten geprüft werden sollte, und in dessen Näpfchen bereits zum Voraus die Enden des Multiplicators so wie ein Kupferdraht eingetaucht waren, der Kupferdraht herausgenommen worden, und sobald die Wirkung auf die Magnettadel ihrer Gröfse nach bestimmt war; wurde die metallische Verbindung

der

1) Siehe Revision, S. 181.

der Erreger-Platten 1 auch sogleich wieder aufgehoben. Da indessen um das elektrische Verhalten der Platten 2 und 3 zu prüfen, doch einige Zeit verstrich, während welcher ein elektrischer Strom durch die Säule ging, wodurch allerdings einige Ladung des Plattenpaars 4 veranlaßt seyn konnte, so wurde, um diesen störenden Einfluß zu controliren, in einer anderen Reihe von Versuchen der Anfang mit diesem Plattenpaare gemacht, und die Versuche möglichst vervielfältigt. Ein zweites Augenmerk musste auf die Constatirung der möglichst vollkommenen Homogenität der Metallplatten verwendet werden, welche durch vorläufige Versuche mit einen sehr empfindlichen Multiplicator ausgemittelt wurde, dessen Doppelnadel durch die Combination zweier solcher Platten zu einem Volta'schen Elemente nicht im Geringsten in Bewegung gesetzt werden durfte. Meine durch Gießen erhaltenen dickeren Zinkplatten zeigten diese Homogenität nicht, und ich ließ mir daher aus recht gleichförmigem gewalzten Zink Platten schneiden, die dem Zwecke vollkommen entsprachen. Die Pappscheiben hatten reichlich einen halben Zoll weniger im Durchmesser als die Metallplatten, und wurden gehörig ausgepresst, so daß der Rand der Metallplatten vollkommen trocken blieb. Zur Befeuchtung der Pappscheiben wurde ein Gemisch von gleichen Theilen reiner rectificirter englischer Schwefelsäure von 1,840 spec. Gew. und reiner Salpetersäure von 1,240 angewandt, und zwar in dem einen Falle mit 30 Theilen, in dem zweiten Falle mit 4 Theilen destillirten Wassers verdünnt.

Da ich vermutete, daß Ladungerscheinungen auf den Erfolg einen merklichen Einfluß äußern, und einen solchen Anschein eines Gesetzes, wie Hr. Prof. Pohl es aufgestellt hatte, hervorbringen könnten, so hielt ich es für besonders wichtig, zur Construction der Ladungsäule Platten von Zink anzuwenden, welches bekanntlich einer Veränderung durch Ladung viel weniger un-

terworfen sind als *Platten von Kupfer*. Hr. Prof. Pohl hätte wohl gethan, sein Gesetz der regelmässig abwechselnden Polaritäten dieser Probe zu unterwerfen, die Resultate, die er dann erhalten haben würde, möchten ihn wohl etwas toleranter gegen die Volta'sche Theorie gemacht haben.

Bei Anwendung von Zinkplatten, die aus einer grösseren Platte von recht reinem gewalztem Zink geschnitten waren, zeigte sich keine Spur von jenem Gesetze der abwechselnden Polaritäten, vielmehr verhielt sich alles so wie es zu erwarten war, wenn die ganze Thätigkeit als bloß von den Erreger-Platten ausgehend angenommen wird, für welche die interpolirten Metallplatten und feuchten Pappen zunächst nur als Leiter wirken, und der Effect nur im Verhältnisse des verschiedenen Leitungswiderstandes modificiren. Zeigte die Magnetnadel bei Schliesung der Erreger-Platten mit dem Multiplicator *eine östliche Ablenkung*, so war für alle übrigen Plattenpaare 2, 3, 4 die Ablenkung gleichmässig *westlich*, auch bei Beobachtung aller von Hrn. Pohl vorgeschriebenen Cautelen, daß nämlich alle correspondirenden Paare durch Kupferdrähte, welche in die Quecksilnäpfchen tauchten, mit einander verbunden waren, und in die beiden Näpfchen derjenigen Plattenpaare, dessen Verhalten geprüft werden sollte, außerdem noch die Enden des Multiplicators eintauchten, wo dann die Ablenkung eintrat, wenn der noch außerdem sie verbindende Kupferdraht aus den Näpfchen in dem Augenblicke herausgenommen wurde, in welchem auch die Erreger-Platten No. 1 durch einen Kupferdraht metallisch mit einander verbunden wurden. Bei Anwendung einer schwachen Säure war indessen das Uebergewicht des Leitungsvermögens der Kupferdrähte über dasjenige der feuchten Pappen so gross, daß wenn z. B. die *westliche Ablenkung* von No. 2 in ihrem stationären Zustande 80° betrug, dieselbe für No. 3 kaum 10° erreichte, und in No. 4

überall nicht mehr merklich war, weil im ersteren Falle der größte Theil des Stromes durch den Kupferdraht, der das Plattenpaar No. 2 verband, ging, und für den Multiplicator, der No. 3 verband, wenig übrig blieb, was begreiflicherweise noch mehr für No. 4 galt, wenn No. 2 und 3 zugleich durch dicke Kupferdrähte mit einander verbunden waren. Wurde dagegen stärkere Säure angewandt, so war auch die westliche Ablenkung für No. 3 verhältnismäsig stärker, und auch bei No. 4 noch auffallend genug. Auch wenn No. 2 ungeschlossen blieb und dadurch die starke *westliche* Ablenkung für No. 3 hervortrat, zeigte sich bei Schließung von No. 4 *westliche* Ablenkung, und zwar, ganz wie es die Annahme eines eigentlichen Stromes mit sich bringt, eine viel stärkere, als wenn zugleich No. 2 geschlossen war, weil in diesem Falle der größte Theil der Ausgleichung der elektrischen Gegensätze durch den Kupferdraht, der die Platten dieses Paars verband, vermittelt wurde. Das Resultat dieser Versuche, das bei vielfacher Wiederholung sich gleichförmig blieb, beseitigt vollkommen den Einwurf, durch welchen Hr. Pohl die von mir beobachteten Abweichungen von dem von ihm aufgestellten Gesetze in dem Falle des Durchganges des elektrischen Stromes einer Volta'schen Säule durch die Ladungssäule als nichts entscheidend darzustellen sucht, dass man nämlich das Gesetz des Condensators nicht durch Entladungsschläge einer Leidner Flasche ausmitteln könne; — denn in allen obigen Versuchen war immer nur ein einziges Volta'sches Element in Thätigkeit gesetzt.

Dieselben Versuche wiederholte ich mit einer auf gleiche Weise construirten Ladungssäule mit Platten von *Kupfer*, wobei ich besonders die Vorsicht anwandte, die ich früher nicht beachtet hatte, dass ich nämlich, um jede vorgängige Ladung zu vermeiden, erst die Platten No. 2, 3, 4 durch Kupferdrähte metallisch schlofs, auch in die Näpfchen desjenigen Plattenpaars, dessen Verhalten ich

prüfen wollte, die Enden des Multiplicators tauchte, und den zugleich verbindenden Kupferdraht in dem Augenblick herausnahm, als ich die Erreger-Platten No. 1 durch metallische Schließung in Thätigkeit setzte. Im Allgemeinen waren unter gleichen Umständen die Ablenkungen der Magnetnadel schwächer, wie nach der Theorie nicht anders zu erwarten war, da das Kupfer einen größeren *Uebergangswiderstand* entgegensezten als das Zink, und der elektrische Strom darum schwächer seyn müfste; allein die Erfolge stimmten eben so wenig mit Pohl's Gesetze der gesetzmäßigen Abwechslung der Polaritäten überein; denn wenn No. 1 östliche Ablenkung gab, so gaben No. 2 und 3 gleichmäßig westliche Ablenkung, dagegen zeigte No. 4 ein verschiedenes Verhalten wie in der Reihe von Versuchen mit Zinkplatten, es gab nämlich östliche Ablenkung, was übrigens nicht als eine Bestätigung des Pohl'schen Gesetzes gelten kann, da diesem zufolge die abwechselnden Ablenkungen hätten seyn müssen: O. W. O. W.

II.

Die zweite Reihe der Versuche betraf die Vergleichung der Säulen mit interpolirten gleichartigen Metallplatten mit einer Säule, die abwechselnd aus Zink- und Kupferplatten geschichtet war, wie Fig. 18 *a* und *b* Taf. II dieselbe darstellt. Um die Erscheinungen dieser zweiten Combination richtig würdigen zu können, ist die doppelte Art der Schließung der correspondirenden Platten, die zu einem Paare gehören, *wohl zu unterscheiden*, nämlich die metallische Schließung durch einen Kupferdraht, oder auch durch den Multiplicator, und die Schließung durch die *Gasentbindungsrohre*, ein Unterschied, welchen Hr. Pohl für unwesentlich ansieht, und dem Geiste seiner Theorie nach für unwesentlich ansehen müfste. Es ist nämlich klar, dass in dem ersten Falle die volle Thätigkeit eines galvanischen Elements eintrat, indem die

Verbindung durch einen metallischen Zwischenleiter ganz denselben Werth hat, wie die unmittelbare metallische Berührung beider Platten, in dem zweiten Falle dagegen, wo in der Röhre zwischen den Polardrähten sich eine Schicht Flüssigkeit befindet, findet jene galvanische Wirkung der beiden Platten von Zink und Kupfer, die zunächst nur durch ihre Berührung vermittelt wird, gar nicht statt, dagegen kommen nach den Grundsätzen der Contacttheorie folgende Wirkungen zur Erwägung:

1) Der elektrische Strom, der von demjenigen Paare correspondirender Platten ausgeht, das, während ein anderes Paar durch die Gasentbindungsrohre verbunden ist, gleichzeitig durch einen Kupferdraht geschlossen ist, welches Plattenpaar dann als ein wahres galvanisches Element wirkt, welcher elektrische Strom theilweise seinen Lauf durch die Gasröhre nimmt, aber allerdings nur eine sehr schwache Wirkung begründet; 2) der elektrische Strom, der von den beiden verschiedenen Metallen abhängt, welche durch die Gasröhre mit einander verbunden sind, indem verschiedene Metalle mit einer und derselben sauren Flüssigkeit eine verschiedene elektrische Spannung, ja, wenn sie selbst in der Spannungsreihe weit aus einander stehen, wie Zink und Kupfer, sogar mit entgegengesetzten Zeichen, das eine eine positive, das andere eine negative annehmen¹⁾, ein elektrischer Strom, welcher zwar seiner Intensität nach sehr schwach ist, allein bei der großen Berührungsfläche der Metallplatten mit der sauren Flüssigkeit durch seine Quantität sehr in Betracht kommt, endlich 3) die Wirkung, welche von der im engeren Sinne galvanischen Kette abhängt, welche durch die Metalldrähte gebildet wird, die als Polardrähte in die Röhre einmünden, und welche mit den größeren Metallplatten in unmittelbarer Verbindung stehen, wenn der Metalldraht von einer anderen Beschaffenheit wie die Metallplatte ist, von welcher der-

1) Vergleiche meine Revision, S. 45.

selbe ausgebt. Es ist nämlich klar, dass, wenn von den beiden Platten Zink und Kupfer, welche durch die Gasröhre mit einander verbunden werden, gleichmässig Kupferdrähte ausgehen, der eine Kupferdraht mit der Zinkplatte ein untergeordnetes galvanisches Element bildet, durch welches ein Strom (nach der dualistischen Ansicht ein positiver) erzeugt wird, der von dem Kupfer nach dem Zink gerichtet ist, und durch die ganze Kette geleitet, durch den entgegenstehenden Kupferdraht in die Röhre zurückgeführt wird, indem dieser mit seiner homogenen Kupferplatte keine solche Wirkung hervorbringt. Wird dem ersten Kupferdrahte ein Platindraht substituirt, so wird der Strom noch kräftiger seyn, wegen der gröfseren elektrischen Differenz des Zinks und Platins, dagegen wird er ganz wegfallen, wenn statt des Kupferdrahtes ein Zinkdraht genommen wird. Wird dagegen dem zweiten Kupferdrahte ein Platindraht substituirt, so wird ein Gegenstrom entstehen, durch welchen der von der Kette Zink-Kupfer abhängige geschwächt wird, und den Grundsätzen der Cotacttheorie gemäfs wird die Wirkung keine gröfsere seyn, als diejenige, welche von der Wechselwirkung von Platin und Kupfer abhängt. Uebrigens konnten diese Ströme auch im günstigsten Falle nur sehr schwach seyn bei der sehr kleinen Fläche, mit welcher die Polardrähte mit der Flüssigkeit in Berührung sich befanden.

A. Versuche über die Ablenkung der Magnetnadel.

Die erste Reihe der Versuche betraf die Ablenkung der Magnetnadel, wobei also stets eine metallische Verbindung der Metallplatten stattfand. Die Säule fing unten mit Zink an und schloss oben mit Kupfer. Die correspondirenden Platten Zink, Kupfer sollen auch hier, wie bei der Ladungssäule aus homogenen Platten, durch No. 1, 2, 3, 4 von außen nach innen fortschreitend bezeichnet werden. Die Papp scheiben waren in allen Ver-

suchen mit einer mit 12 Theilen Wasser verdünnten Schwefelsäure getränkt.

Um einen auffallenden Ausschlag der Magnetnadel zu haben, bedurste es bei der grofsen Oberfläche der Metallplatten keines Multiplicators, sondern es war hinreichend den Strom des einfachen Elements durch einen einfachen Streifen von Messing gehen zu lassen, der über einer, einige Zoll langen, sehr empfindlichen Magnetnadel in paralleler Richtung mit derselben hing. Mit welchen von den einzelnen Plattenpaaren 1, 2, 3, 4 der Streifen, dem indessen in vielen Fällen auch ein Multiplicator mit 50 Windungen und einfacher Nadel substituirt wurde, verbunden ward, so fand die Ablenkung, sowohl der Richtung als der Gröfse nach, jedesmal so statt, wie es die Theorie des elektrischen Stromes und des Einflusses des Leitungswiderstandes erfordert. War z. B. für No. 1, wo der elektrische Strom (nämlich der positive, auf den wir der Kürze halber nur Rücksicht nehmen) von oben nach unten, vom Kupfer nach dem Zink ging, die Ablenkung der Magnetnadel gemäfs der Art der Verbindung der Enden des Multiplicators oder des Streifens mit den beiden Platten *C' Z'*, die durch sie zur Kette geschlossen wurden, *westlich*, so war diese Ablenkung für No. 2 *östlich*, wenn nämlich dafür gesorgt wurde, dass dieselben Enden, wie zuvor, in das obere und untere Quecksilbernäpfchen getaucht wurden, für No. 3 wieder *westlich* und für No. 4 *östlich*. In Rücksicht auf Stärke zeigte sich die Ablenkung von No. 1 bis 4 stufenweise zunehmend, so dass, wenn No. 1 bei Anwendung des einfachen Messingstreifens eine Ablenkung von 25° hervorbrachte, No. 2 eine Ablenkung von 35° , No. 3 eine Ablenkung von 38° und No. 4 eine Ablenkung von 40° gab. Von dieser stufenweisen Zunahme kann Hrn. Pohl's Polaritätstheorie kaum eine genügende Rechenschaft geben, sie ist aber vollkommen erklärlich nach der Contacttheorie, indem der Strom, dieser zufolge, stets im

geraden Vehältnisse der elektromotorischen Kraft und im umgekehrten des Leitungswiderstandes ist. Erstere war nun bei allen vier Plattenpaaren dieselbe, letzterer musste aber abnehmen, und damit die Stärke des Stromes zunehmen in dem Verhältnisse, in welchem die Zahl der interpolirten Metallplatten und Tuchscheiben abnahm.

Da diese Versuche jedesmal mit den einzelnen Plattenpaaren für sich vorgenommen wurden, ohne dass die anderen Platten auf eine andere Weise, als in sofern sie als Leiter dienten, einwirkten, so sind sie eigentlich nicht vergleichbar mit den Versuchen der ersten Abtheilung, in denen zugleich die Platten der übrigen Paare metallisch durch Kupferdrähte mit einander verbunden waren.

Es wurden also nun diese analogen Versuche angestellt, und hiebei zeigte sich dann eine so grosse Abweichung der beiden Arten von Säulen mit einander, dass die von Hrn. Pohl versuchte Reduction der einen auf die andere als ganz unhaltbar erscheint. Die Versuche wurden so angestellt, dass, während das eine Metallplattenpaar, z. B. No. 1, mit dem Multiplicator in Verbindung stand, dessen Nadel durch die Grösse ihrer Ablenkung als Maafsstab für ihre Thätigkeit diente, die anderen Plattenpaare entweder alle zusammen, oder je zwei oder auch nur eines, metallisch geschlossen wurden, und ihre dadurch erregte Thätigkeit, der von derselben abhängige Strom sich zu dem ersten noch hinzugesellte.

- 1) Im Allgemeinen zeigte sich die Wirkung des mit dem Multiplicator verbundenen Plattenpaars sehr verstärkt, wenn das in der Reihenfolge *unmittelbar vorangehende oder unmittelbar folgende* Paar durch metallische Verbindung der dasselbe constituirenden Zink- und Kupferplatte in Thätigkeit gesetzt wurde.
- 2) Die Verstärkung war grösser durch die Erregung des in der Reihenfolge zunächst folgenden, diese

Reihe von außen nach innen verfolgend, als durch die Erregung des unmittelbar vorhergehenden.

- 3) Beide an das zu prüfende Plattenpaar zunächst angränzende Plattenpaare brachten, wenn sie gleichzeitig erregt wurden, eine gröfsere Verstärkung hervor, als jedes einzeln für sich.
- 4) Die Thätigkeit des respectiven Plattenpaars wurde jedesmal auffallend geschwächt, und in den meisten Fällen sogar in die entgegengesetzte umgewandelt (indem gemäls den jedesmaligen Umständen die östliche Ablenkung in die westliche oder umgekehrt überging) durch die Erregung des um eines weiter entfernten Plattenpaars, so dass also die abwechselnden Plattenpaare feindlich einander entgegenwirkten, sich neutralisirten, und die übrigbleibende Wirkung gleich der Differenz ihrer entgegengesetzten Thätigkeiten (Ströme), entweder die vorhergehende geschwächt, oder Null, oder auch die entgegengesetzte war.
- 5) Ein durch den Zwischenraum von zwei Plattenpaaren von dem ursprünglich erregten Plattenpaare getrenntes Paar verstärkt, wenn es nun gleichfalls durch metallische Schließung in Thätigkeit gesetzt wird, die Wirkung des ersten (durch die Grösse der Ablenkung der Magnetnadel gemessen), und zwar in einem eben so hohen Grade, als nach 1. eines der zunächst angränzenden Plattenpaare.
- 6) Werden endlich außer dem ursprünglich erregten Plattenpaare alle übrigen durch metallische Schließung in Thätigkeit gesetzt, so ist das Resultat ihrer Zusammenwirkung dasselbe, als wenn bloß das zunächst angränzende am meisten verstärkende Paar in Thätigkeit gesetzt worden wäre.

Ich theile nun die Resultate verschiedener Versuche mit, welche als Belege dieser Gesetze dienen. Der Abkürzung halber und zur leichteren Uebersicht soll das

Plattenpaar, dessen Wirksamkeit unter verschiedenen Umständen durch die Größe der Ablenkung der Magnetnadel bestimmt wurde, und dessen Platten demnach mit den Enden des Multiplicators in Verbindung standen durch M mit der angehängten Nummer, die seine Lage in der Säule andeutet, die anderen Plattenpaare aber, die durch ihre metallische Verbindung, wodurch sie in galvanische Thätigkeit versetzt wurden, die Thätigkeit des ersten modifizirten, mit m und angehängter Zahl bezeichnet werden, und wenn mehrere Plattenpaare m nach der Reihe in Thätigkeit gesetzt wurden, so daß sie dann zusammenwirkten, so soll dies durch das Zeichen $+$ angedeutet werden, wobei das in der Reihe vorangehende auch das früher in Thätigkeit gesetzte war. So bedeutet z. B. in der dritten Reihe von Versuchen: $M_2 + m_3 + m_4 + m_1$, daß das zweite Plattenpaar durch den Multiplicator untersucht wurde, und nachdem bereits m_3 und m_4 geschlossen blieben, nun auch noch m_1 durch einen Kupferdraht geschlossen und in Thätigkeit gesetzt wurde.

Erste Reihe von Versuchen.

$$\begin{aligned} M_1 &= 25^\circ \text{ W.} \\ M_1 + m_2 &= 30^\circ \text{ W.} \\ M_1 + m_3 &= 12^\circ \text{ O.} \\ M_1 + m_4 &= 26^\circ \text{ W.} \\ M_1 + m_4 + m_2 &= 30^\circ \text{ W.} \\ M_2 &= 25^\circ \text{ O.} \\ M_2 + m_3 &= 35^\circ \text{ O.} \\ M_3 &= 28^\circ \text{ W.} \\ M_3 + m_4 &= 40^\circ \text{ W.} \end{aligned}$$

Zweite Reihe von Versuchen.

$$\begin{aligned} M_1 &= 60^\circ \text{ W.} \\ M_1 + m_3 &= 10^\circ \text{ O.} \\ M_1 &= 40^\circ \text{ W.} \end{aligned}$$

$M_1 + m_4 = 60^\circ$ W.

$M_1 + m_4 + m_2 = 80^\circ$ W.

$M_1 + m_2 = 80^\circ$ W.

$M_1 = 35^\circ$ W.

$M_1 + m_3 = 12^\circ$ O.

$M_2 = 25^\circ$ O.

$M_2 + m_4 = 4^\circ$ W.

$M_2 + m_4 + m_3 = 55^\circ$ O.

$M_3 = 15^\circ$ W.

$M_3 + m_2 = 60^\circ$ W.

$M_3 + m_2 + m_1$ geringe Abnahme.

$M_3 + m_2 + m_1 + m_4 = 70^\circ$ W.

$M_3 = 20^\circ$ W.

$M_3 + m_4 = 70^\circ$ W.

$M_3 + m_4 + m_2 = 76^\circ$ W.

$M_3 + m_4 + m_2 + m_1$ wie zuvor.

$M_3 = 17^\circ$ W.

$M_3 + m_1$ blieb unverändert.

$M_4 = 55^\circ$ O.

$M_4 + m_3 = 63^\circ$ O.

$M_4 + m_3 + m_2$ kleiner Rückgang.

$M_4 = 45^\circ$ O.

$M_4 + m_2$ kleiner Rückgang.

$M_4 + m_2 + m$ änderte nichts.

Dritte Reihe von Versuchen.

$M_1 = 12^\circ$ W.

$M_1 + m_2 = 55^\circ$ W.

$M_1 + m_2 + m_3$ kleiner Rückgang.

$M_1 + m_2 + m_3 + m_4$ keine Veränderung.

$M_1 = 7^\circ$ W.

$M_1 + m_3$ ganz auf Null zurück.

$M_1 + m_3 + m_4$ blieb bei Null.

$M_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 45^\circ$ W.

$$M_2 = 20^\circ \text{ O.}$$

$$M_2 + m_3 = 70^\circ \text{ O.}$$

$M_2 + m_3 + m_4$ kaum merklicher Rückgang.

$$M_2 + m_3 + m_4 + m_1 = 60^\circ \text{ O.}$$

$$M_2 = 10^\circ \text{ O.}$$

$$M_2 + m_4 = 3^\circ \text{ W.}$$

$$M_2 + m_4 + m_1 = 55^\circ \text{ O.}$$

Nach Wegnahme von m_4 keine merkliche Vermehrung.

Nachdem die Säule, ohne geschlossen zu seyn, einige Stunden in Ruhe gelassen war und von Neuem untersucht wurde, waren die Erscheinungen im Wesentlichen dieselben, nur war die Verminderung der Ablenkung bei Schließung des durch ein Plattenpaar getrennten Plattenpaars verhältnismässig geringer.

Vierte Reihe von Versuchen.

Diese Reihe von Versuchen hatte vorzüglich zum Zwecke auszumitteln, ob die Wirkung eines Plattenpaars, das durch den Multiplikator geschlossen war, durch die Ablenkung der Magnetnadel gemessen, in verschiedenem Grade verstärkt würde, je nachdem das zunächst nach innen gelegene Plattenpaar metallisch geschlossen, und dadurch ein neuer Strom eingeleitet wurde, der vermöge seiner Richtung den ersten unterstützte. Es ist dabei jedesmal die erste grösste Ablenkung, und der Ruhestand, zu welchem die Nadel nach einer Reihe von Oscillationen gelangte, angegeben. Die gleichen Versuche wurden unmittelbar nach einander wiederholt. Auch hier wurden, wie bei jeder neuen Reihe, neue Papp-scheiben angewandt.

$$M_1 = 50^\circ, \text{ Ruhestand } 15^\circ \text{ W.}$$

$$M_1 + m_2 = 120^\circ, \text{ Ruhestand } 55^\circ \text{ W.}$$

$$M_2 = 40^\circ, \text{ Ruhestand } 13^\circ \text{ O.}$$

$$M_2 + m_1 = 110^\circ, \text{ Ruhestand } 50^\circ \text{ O.}$$

$M_2 + m_3 = 160^\circ$, Ruhestand 70° O.
 $M_2 + m_3 + m_1 =$ Ruhestand 75° O.
 $M_3 = 70^\circ$, Ruhestand 30° W.
 $M_3 + m_4 = 100^\circ$, Ruhestand 50° W.
 $M_3 + m_2 = 100^\circ$, Ruhestand 50° W.
 $M_3 + m_2 + m_4$, Zunahme bis 70° Ruhestand 60° W.

$M_1 = 40^\circ$, Ruhestand 10° W.
 $M_1 + m_2 = 100^\circ$, Ruhestand 40° W.
 $M_2 = 20^\circ$, Ruhestand 5° O.
 $M_2 + m_1 = 105^\circ$, Ruhestand 45° O.
 $M_2 + m_3 = 110^\circ$, Ruhestand 50° O.
 $M_2 + m_3 + m_1$, Zunahme, Ruhestand 60° O.
 $M_3 = 60^\circ$, Ruhestand 25° W.
 $M_3 + m_4 = 90^\circ$, Ruhestand 45° W.
 $M_3 + m_2 = 90^\circ$, Ruhestand 45° W.
 $M_3 + m_2 + m_4$, Zunahme Ruhestand 55° W.
 $M_3 + m_4 + m_2$, Ruhestand 50° W.
 $M_3 = 20^\circ$ W.
 $M_3 + m_1$, geringer Rückgang.

$M_2 + m_3$, Ruhestand bei 50° , als m_3 geöffnet wurde
war der Ruhestand bei 10° O.
 $M_2 + m_1$, Ruhestand bei 45° , als m_1 geöffnet wurde
Ruhestand bei 70° O.

Fünfte Reihe von Versuchen.

Der Zweck dieser Versuche war vorzüglich die Theilung der Ströme, und insbesondere die Wirkung eines Gegenstromes recht deutlich zu machen. Zu diesem Zwecke wurde eine Säule mit abwechselnden Kupfer- und Zinkplatten, wie Fig. 19 Taf. I, errichtet, die nur aus drei Paaren von correspondirenden Zink- und Kupferplatten bestand, und in welcher das dritte Paar von

Zink und Kupfer nicht durch eine feuchte Pappe, sondern durch eine recht trockne Glasplatte von einander getrennt war, wodurch also der Durchgang des Stroms durch die ganze Säule hindurch gehemmt ward. Die Resultate der Versuche waren folgende:

M_1 , keine Wirkung.

M_2 , keine Wirkung.

M_3 , keine Wirkung.

$M_3 + m_2 = 150^\circ$, Ruhestand 55° W.

$M_3 + m_2 + m_1$, kaum merklicher Rückgang.

$M_3 + m_1$, keine Wirkung.

In diesen verschiedenen Reihen von Versuchen tritt dasselbe Plattenpaar, für sich allein geprüft, bei wiederholter Prüfung immer mit einem geringeren Werthe auf, was eine nothwendige Folge der durch die Ladung erfolgten Schwächung ist. Dass auch die relativen Werthe der Ablenkungen in den verschiedenen Reihen von Versuchen einander nicht ganz gleich sind, kann nicht unerwartet seyn, da es bei dem oft wiederholten Umbau der Säule unmöglich ist, die Umstände vollkommen gleich wieder herzustellen, wenn gleich für vollkommene Reinigung der Platten möglichst gesorgt wurde, auch jedesmal neue Pappscheiben von gleicher Dicke und möglichst gleicher Befeuchtung angewandt wurden. Eine etwas weniger gleichförmige Berührung zwischen den Metallplatten und den feuchten Pappen konnte in einem neuen Versuche eine Schwächung ihres elektrischen Stromes wegen der geringeren Leitung zur Folge haben. Auch ist es fast unmöglich, bei wiederholten Versuchen die völlig gleiche Befeuchtung wieder herzustellen, von welcher die Gleichheit der Leitung so wesentlich abhängt.

Nach Hrn. Prof. Pohl soll nun zwischen dieser, aus abwechselnden heterogenen Platten bestehenden Säule, und derjenigen, die aus homogenen Platten zusammengesetzt, und nur durch ein einziges Paar von Erregerplatten in Thätigkeit gesetzt wird, eine vollkommene Ana-

logie in Hinsicht auf abwechselnde Polaritäten stattfinden, so zwar, dass wenn diese letztere Säule unten mit Zink anfängt und oben mit Kupfer schliesst, und die durch nasse Pappscheiben von einander getrennten Metallplatten z. B. von Kupfer sind, und wir die durch Metalldrähte zu einem Plattenpaare mit einander verbundenen correspondirenden Platten durch gleiche Nummern 2, 3, 4, das Erreger-Plattenpaar aber durch No. 1 bezeichnen, die untere, dem Zink gegenüberstehende Kupferplatte No. 2 die Rolle des Kupfers, dagegen die obere Kupferplatte No. 2 die Rolle einer *Zinkplatte*, dagegen die untere Kupferplatte No. 3 die Rolle einer *Zinkplatte*, die obere No. 3 dagegen die einer Kupferplatte, endlich die Platte No. 4 die Rolle einer Kupferplatte, und die obere Kupferplatte No. 4 die Rolle einer *Zinkplatte* übernehmen soll. Wie wenig aber diese Annahme durch die Erfahrung bestätigt werde, werden die nachfolgenden Versuche auf das evidenteste darthun. Zur Bezeichnung der Ergebnisse dieser Versuche mögen dieselben Zeichen wie oben dienen. Das mit dem grossen *M* bezeichnete Plattenpaar ist jedesmal dasjenige, dessen Thätigkeit durch die Abweichung der Magnetnadel geprüft wurde, durch *m* und die angehängte Zahl werden diejenigen Plattenpaare bezeichnet, welche durch ihre metallische Schließung jene Thätigkeit von *M* modifizirten, und das Zeichen *+* deutet die Folgereihe an, in welcher sie geschlossen wurden, wobei stets bei dem Hinzukommen einer neuen Schließung die frühere fortduerte.

$$M_1 = 26^\circ \text{ W.}$$

$$M_1 + m_2 = 30^\circ \text{ W.}$$

$$M_1 + m_3 = 28^\circ \text{ W.}$$

$$M_1 + m_4 = 27^\circ \text{ W.}$$

$$M_1 + m_2 + m_3 = 33^\circ \text{ W.}$$

$$M_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 33^\circ \text{ W.}$$

Die Plattenpaare *M*₂, *M*₃, *M*₄ zeigen für sich allein durch den Multiplicator geprüft, wie sich von selbst

versteht, als ganz homogene Platten, gar keine Wirkung. Allein während jene erste Reihe von Versuchen ange stellt wurde, musste nothwendig in Folge der Einwirkung der Erregerplatten eine Ladung stattfinden, und die Wirkung dieser Ladung zeigte sich auch wirklich dadurch, dass das Plattenpaar 2, das während der Einwirkung der Erregerplatten, die selbst eine westliche Ablenkung bewirkten, eine östliche Ablenkung veranlafste, nunmehr nach Oeffnung der Erregerplatte, für sich allein geprüft, eine *westliche* Ablenkung veranlafste.

$$M_2 = 10^\circ \text{ W.}$$

$$M_2 + m_1 = 20^\circ \text{ O.}$$

$M_3 = 4^\circ \text{ W.}$ (ohne allen Zweifel gleichfalls in Folge der vorhergegangenen Ladung, die in diesem Plattenpaare nur eine geringe Wirkung hervorbringen konnte, da während der Einwirkung der Erregerplatten seine östliche Thätigkeit bedeutend geringer war als die des Plattenpaars No. 2).

$$M_3 + m_1 = 15^\circ \text{ O.}$$

$$M_3 + m_1 + m_2 = 6^\circ \text{ O.}$$

$$M_3 \text{ (von Neuem geprüft)} = 6^\circ \text{ W.}$$

$$M_3 + m_4, \text{ kaum merklich mehr westlich.}$$

$$M_4 = 4^\circ \text{ W.}$$

$$M_4 + m_1 = 10^\circ \text{ O.}$$

$$M_4 + m_1 + m_2 = 4^\circ \text{ O.}$$

$$M_4 + m_1 + m_2 + m_3, \text{ schwach westlich.}$$

Vergleicht man nun die Resultate dieser Versuche mit denjenigen der Säule mit abwechselnden heterogenen Platten, so zeigt sich auch nicht die geringste Ueber einstimmung derselben, und die ganze Theorie der abwechselnden Polaritäten erscheint als völlig unhaltbar, während alle Erscheinungen in dem Volta'schen Erklä rungsprincipe mit gehöriger Rücksicht auf den verschiedenen Leitungswiderstand und das Gesetz, welchem elek tri-

trische Ströme in ihrer Leitung folgen, ihre ganz genügende Erklärung finden.

Zwischen den Erfolgen in der ersten und zweiten Säule findet der wesentliche Unterschied statt, dass in der ersteren die Thätigkeit irgend eines Plattenpaars nur durch die metallische Schließung der zunächst angränzenden Plattenpaare erhöht, durch die Schließung des um ein Plattenpaar weiter entfernten Plattenpaars dagegen vermindert, und selbst in die entgegengesetzte umgewandelt wurde, während in der zweiten Säule die Schließung jedes Plattenpaars die Wirkung erhöhte. Dieser letztere Erfolg ist leicht begreiflich, weil durch die Schließung jedes Plattenpaars der Leitungswiderstand vermindert, der elektrische Strom beschleunigt wurde, ohne dass das nun mit in Conflict gezogene Plattenpaar von eigener Thätigkeit etwas hinzubrachte. Auch nahm die Wirkung ganz in dem Verhältnisse zu, in welchem die neue Schließung die Leitung mehr begünstigen musste. So wirkte also die Schließung des Plattenpaars No. 2 am vortheilhaftesten, weniger vortheilhaft die Schließung von No. 3, weil in diesem Falle der Leitungswiderstand von zwei Abwechslungen noch zu überwinden war, und den geringsten Einfluss musste die Schließung des vierten Plattenpaars haben, durch welche nur 1° gewonnen wurde, weil in diesem Falle der Leitungswiderstand von drei Abwechslungen noch fortbestand.

In den Versuchen mit dem zweiten, dritten und vierten Plattenpaare, die für sich allein nur eine schwache westliche Ablenkung der Magnetnadel bewirkten, musste das Hinzuziehen des Erreger-Plattenpaars durch seinen überwiegenden Strom, der für sich allein eine starke östliche Ablenkung veranlafste, nothwendig die westliche Ablenkung aufheben, und das Resultat war eine schwächere östliche Ablenkung, als die Differenz der westlichen und der für sich allein betrachtet starken östlichen

Ablenkung. Dafs das Hinzuziehen von m_2 die Ablenkung verminderte, ist eine nothwendige Folge davon, dafs der grösste Theil des östlich wirkenden Stromes der Erreger-Platten nun durch den Verbindungsdräht 2 abgeleitet wurde, und nur noch ein geringer Theil zum Plattenpaare No. 3 gelangte, und auf gleiche Weise erklären sich alle übrigen Erfolge in dieser Säule.

Ganz anders verhält sich die Sache in der ersten Säule, wo jedes neu hinzugezogene Plattenpaar durch seine *eigene galvanische Thätigkeit*, durch seinen eigenen Strom einwirkte, der für die auf einander folgenden Plattenpaare die entgegengesetzte Richtung hatte. Betrachten wir das Plattenpaar 1 für welches der elektrische Strom (der positive) vom oberen Kupfer nach dem unteren Zink gerichtet war, und demgemäß eine Ablenkung der Magnetnadel, z. B. eine *westliche*, von 25° (Erste Reihe der Versuche) hervorbrachte, so musste durch die Schließung des zweiten Plattenpaars diese *westliche Ablenkung* oder der Strom, der sie veranlafste, aus einem doppelten Grunde verstärkt werden (sie stieg auf 30°), erstlich weil durch die Einführung eines dicken Metalldrahtes die Leitung befördert wurde, dann aber auch, weil ein neuer Strom, nämlich der des zweiten Plattenpaars, hinzukam, der in demselben Sinne wie derjenige des ersten wirkte, indem die positive Elektricität des Zinks jeden ihr dargebotenen Weg, um sich mit der negativen des Kupfers auszugleichen, einschlagen musste, folglich nicht bloß den Weg abwärts durch die Platten 3, 4, 4, 4, um zu 2 zu gelangen, sondern auch aufwärts und so fort von dem Kupfer 1 durch den Multiplikator nach dem Zink 1, und so zu dem Kupfer 2, und somit den Strom verstärkte, der vom Kupfer 1 zum Zink 1 ging. Auf eine ganz entgegengesetzte Weise musste aber eben darum die Schließung des Plattenpaars No. 3 wirken. Auch hier musste die positive Elektricität des Zinks No. 3 jeden Weg einschlagen, der ihr

angeboten wurde, um sich mit der negativen des Kupfers 3 auszugleichen — der elektrische (positive) Strom ging also nicht bloß vom Kupfer 3 zum Zink 3 und zurück aufwärts durch das Kupfer 4 und den Zink 4, sondern auch abwärts durch das Kupfer 2 und das Zink 1 zum Kupfer 1, und so fort durch Zink 2, nach dem Kupfer 3, folglich in entgegengesetzter Richtung von dem Strome, der von dem Kupfer 1 zum Zink 1 ging. Sofern nun dieser letztere Strom wegen des großen Widerstandes in den vielen Windungen des Multiplicators als der schwächere angenommen werden muß, so müßte ersterer das Uebergewicht über ihn erhalten, und somit die westliche Ablenkung nicht bloß aufgehoben, sondern in die entgegengesetzte verwandelt werden. Auf ähnliche Weise erklären sich alle übrigen Erfolge, und diese Erscheinungen liefern also einen neuen sehr interessanten Beitrag zu analogen Thatsachen in Betreff der Art der Fortleitung elektrischer Ströme.

B. Versuche über chemische Wirkungen.

Die chemischen Wirkungen, von welchen hier die Rede seyn wird, beziehen sich auf die Erscheinungen, welche sich in einer Gasentbindungsrohre darstellen, wenn diese statt eines Metalldrahtes die zu einem Paare gehörigen correspondirenden Platten mit einander verbindet, wie Fig. 18 b Taf. I darstellt. Es ist bereits oben auf den wesentlichen Unterschied dieser beiden Arten von Verbindung aufmerksam gemacht, und dabei bemerkt worden, daß Hr. Prof. Pohl diesen wesentlichen Unterschied nicht gelten läßt. S. 604 des Aufsatzes des Hrn. Pohl heißt es daher: »Man kann auch leicht mit einer solchen alternirenden Säule in einer Gasentbindungsrohre, die zwei Kupferdrähte enthält, das Wasser zersetzen. Schließt man an der Stelle eines der Schließungsdrähte mit solchem Zersetzungssapparat, so erscheint

das Hydrogen, wenn Z und K durch ihn verbunden werden, links an dem mit Z verbundenen Drahte, dagegen zeigt es sich, wenn K' und Z' damit verbunden werden, rechts bei Z' . Bei der Verbindung des folgenden Paars Z'' und K'' tritt es wieder links bei Z'' , und wenn endlich K''' und Z''' geschlossen wird, abermals rechts bei Z''' , während in jedem dieser Fälle der andere Draht ohne sichtbare Gasentbindung oxydiert wird. Es ist hiebei noch besonders anzumerken, daß wenn die Platten groß, mindestens etwa 3" breit sind, und das Wasser in dem Entbindungsrohr, welches die beiden Kupferdrähte enthält, mit Schwefelsäure etwas stark gesäuert ist, das Wasserstoffgas, der geringen Zahl der Elemente ungeachtet, dennoch in vollen Strömen so reichlich erscheint, daß seine Quantität binnen kurzer Zeit sehr bestimmt gemessen und verglichen werden kann. Wenn dagegen der Draht von *Platin* ist, so hat man bei so wenigen Elementen immer nur eine äußerst schwache, oft kaum bemerkliche Gasentbindung, eine Erscheinung, die an sich und im Zusammenhange mit andern Ergebnissen noch als Gegenstand besonderer Untersuchung von Wichtigkeit ist.“

Der äußere Anschein kann allerdings zu der Annahme verführen, daß die durch eine Gasröhre verbundenen Platten durch dieselben Kräfte und nach demselben Gesetze thätig sind, als wenn sie durch einen Metalldraht mit einander verbunden werden, indem, wenn man auf das Auftreten des Hydrogens und Oxygens Rücksicht nimmt, der Strom ganz dieselbe Richtung hat, wie sie durch den Multiplikator angezeigt wird, wenn dieser die metallische Verbindung vermittelt. Wir haben aber bereits oben den wesentlichen Unterschied angedeutet, den wir im Geiste der Volta'schen Theorie zwischen einem, durch einen Metalldraht geschlossenen Paare Zink und Kupfer, und eben diesem Paare, wenn eine Flüssigkeitsschicht ihre Verbindung vermittelt, annehmen. Nun

trifft es sich aber, dass, weil das Kupfer mit der mit
saurem Wasser getränkten Pappe sich in Berührung be-
findet und Zink ihm gegenübersteht, ersteres mit der
Säure positiv, letzteres negativ wird ¹), woraus dann ein
elektrischer Strom aus der Kupferplatte durch den Ku-
pferdraht in die Flüssigkeit der Röhre, aus dieser in den
Kupferdraht, der mit der Zinkplatte in Verbindung steht,
endlich aus diesem in die Zinkplatte und aus dieser in
die saure Flüssigkeit sich ergiebt, der folglich ganz die-
selbe Richtung hat, wie wenn das Kupfer unmittelbar
durch einen Metalldraht mit dem Zink verbunden ist,
wovon eben das gesetzmäßige Auftreten des Hydrogens
und Oxygens abhängt.

Die von dem durch die Gasentbindungsrohre ge-
schlossenen Plattenpaar abhängige Thätigkeit (chemische
Wirkung) wird nun aber durch die Mitwirkung der an-
deren Plattenpaare, die entweder einzeln, oder je zwei
oder alle drei zugleich durch Metalldrähte geschlossen
werden, eben so mannichfaltig modifizirt, wie die Ablen-
kung der Magnetrödel, nämlich bald verstärkt, wie der
hinzutretende Strom in der gleichen Richtung geht, bald
geschwächt oder umgekehrt, so dass das Hydrogen nun-
mehr da auftritt, wo vorher Oxydation stattfand, und um-
gekehrt; Erscheinungen, welche Hr. Prof. Pohl gar nicht
berücksichtigt hat, und die ihre sehr naturgemäße Erklärung
in den Gesetzen, nach welchen die Ströme, der Volta'schen
Theorie gemäfs, ihre Richtung nehmen müssen, in den
Gesetzen der Leitung und ihres Widerstandes finden.
Im Allgemeinen stimmten die verschiedenen Modificatio-
nen des chemischen Processes mit den oben ausführlich
mitgetheilten Modificationen der Ablenkung der Magnetrödel
überein, nur war es nicht möglich so genaue nu-
merische Werthe anzugeben, und was hier folgt beruht
stets nur auf einer ungefähren Schätzung.

Befand sich in der Glasküvette bloses destillirtes Was-

1) Vergl. meine Revision, S. 54.

ser, so fand, mit welchem der vier Plattenpaare auch dieselbe verbunden, und ob eins, zwei oder alle drei übrigen Plattenpaare durch metallische Schließung in Thätigkeit gesetzt wurden, keine merkliche Gasentbindung statt, sie wurde aber sogleich sehr auffallend, wenn Salmiakauflösung, noch mehr wenn verdünnte Schwefelsäure angewandt wurde, auf welche letztere die jetzt mitzutheilenden Erfolge sich beziehen.

Auch ohne daß eines der andern Plattenpaare metallisch geschlossen wurde, zeigte jedes Plattenpaar, mit der Gasentbindungsrohre verbunden, eine merkliche Entbindung von Wasserstoffgas an dem Drahte, der mit der Zinkplatte in Verbindung stand, und daher begreiflich bald auf der rechten, bald auf der linken Seite, wenn die Drähte in derselben Ordnung mit den Metallplatten verbunden wurden. Die Gasentbindung war aber immer viel schwächer, als wenn das am günstigsten mitwirkende Plattenpaar metallisch geschlossen wurde, in welchem Falle sie wohl verdreifacht wurde. Die Plattenpaare geben in derselben Ordnung mehr Gas, in welcher sie von außen nach innen lagen, was ganz begreiflich ist, weil in derselben Ordnung auch der Leitungswiderstand mehr abnahm, der gleiche elektrische Strom eine immer geringere Anzahl von abwechselnden Platten und nassen Schichten zu durchlaufen hatte.

Die Gasentbindung wurde auffallend verstärkt durch die metallische Schließung des zunächst angränzenden, nach außen oder innen gelegenen Paars, aber immer mehr durch die metallische Schließung des mehr nach innen gelegenen Paars. So wurde die Wirkung von No. 2 mehr verstärkt, wenn No. 3 metallisch, als wenn No. 1 zugleich metallisch geschlossen wurde, eben so wurde 3 viel mehr verstärkt durch die metallische Schließung von No. 4, als von No. 2, eben so wurde No. 1 durch die metallische Schließung von No. 2 weit mehr verstärkt, als No. 2 durch die metallische Schließung von

No. 1. Dafs sowohl bei der metallischen Schließung des zunächst nach außen als des zunächst nach innen liegenden Plattenpaars die Wirkung des durch die Gasröhre verbundenen Plattenpaars sehr auffallend verstärkt wurde, stimmt ganz mit den Resultaten über die Ablenkung der Magnetnadel überein; dabei zeigte sich aber stets die metallische Schließung des nach innen liegenden Plattenpaars viel kräftiger als die des nach außen liegenden Plattenpaars, also bei Schließung von No. 2 durch die Gasröhre, nach der Stärke des Gasstromes beurtheilt, war No. 3 wirksamer als No. 1, bei Verbindung von No. 3 durch die Gasröhre, No. 4 wirksamer als No. 2, auch zeigte sich die reichlichere Gasentwicklung, wenn No. 1 mit der Gasröhre verbunden war, und No. 2 metallisch geschlossen wurde, als in dem Falle der Verbindung von No. 2 durch die Gasröhre und der metallischen Schließung von No. 1.

Gerade so wie in den Versuchen über die Ablenkung der Magnetnadel hob die metallische Schließung des durch ein Plattenpaar getrennten Paars alle Gasentwicklung auf, welche die Gasröhre für sich allein gegeben hatte. So verschwand alles Gas bei Verbindung der Gasröhre mit No. 1, wenn No. 3 metallisch geschlossen wurde, eben so verschwand alle Gasentwicklung in der mit No. 2 verbundenen Gasröhre, wie No. 4 metallisch geschlossen wurde; dagegen wurde die Gasentwicklung der mit No. 3 verbundenen Gasröhre nur geschwächt, nicht ganz aufgehoben, wie No. 1, das zwar auch durch ein Plattenpaar getrennt, aber nach außen gelegen war, metallisch geschlossen wurde. Die metallische Schließung des durch zwei Plattenpaare getrennten Plattenpaars verstärkte dagegen die Gasentbindung. Diese Combination konnte nur für zwei Fälle stattfinden, nämlich für No. 1 durch die Gasröhre geschlossen, wenn No. 4 metallisch geschlossen wurde, und für No. 4 durch die Gasröhre geschlossen bei metallischer Schließung von

No. 1, doch war im ersteren Falle die Verstärkung viel auffallender als im zweiten Falle.

Wenn die Gasentbindung durch die metallische Schließung des am günstigsten wirkenden, nämlich des *zunächst nach innen* gelegenen Plattenpaars, ihr Maximum zeigte, so wurde nichts im Wesentlichen darin geändert, wenn nun auch das durch zwei Plattenpaare getrennte ungünstig wirkende Plattenpaar metallisch geschlossen wurde, es blieb demnach die Gasentwicklung von No. 1 unverändert, wenn nach metallischer Schließung von No. 2, nun auch No. 3 metallisch geschlossen wurde, eben so von No. 2, wenn nach metallischer Schließung von No. 3, nun auch No. 4 metallisch geschlossen war, eben so war die Gasentbindung von No. 4 verstärkt durch metallische Schließung von No. 3 wenn nun auch No. 2 metallisch geschlossen wurde. Waren außer dem durch die Gasröhre geschlossenen Plattenpaare alle übrigen Plattenpaare metallisch geschlossen, so schien die Wirkung (verstärkte Gasentwicklung) *merklich* dieselbe, als wenn bloß das am günstigsten wirkende Plattenpaar (das zunächst nach innen gelegene) allein metallisch geschlossen wäre, wurde aber dieses geöffnet, während die anderen geschlossen blieben, so hörte sogleich alle Gasentwicklung auf. Da die Möglichkeit vorhanden war, daß bei Anwendung von Kupferdrähten die durch den einen Kupferdraht mit der Zinkplatte gebildete galvanische Kette (im Sinne der Volta'schen Theorie) die Gasentwicklung bestimmt habe, die dann gerade auch an diesem Kupferdrahte, an welchem sie wirklich sich zeigte, zum Vorschein kommen müßte, so wurden den Kupferdrähten Zinkdrähte substituirt; es blieb aber alles unverändert; wurde dagegen dem Kupferdrahte an der Kupferplatte, der jedesmal als Oxygendraht aufrat, ein Platindraht substituirt, so war die Gasentbindung schwächer, wie dies auch von Hrn. Prof. Pohl beobachtet worden ist.

Wir haben absichtlich diese Erfolge im größten Detail beschrieben, weil sie vorzüglich geeignet sind, das

Bild der Ströme und ihrer Richtungen vor Augen zu stellen. Hr. Pohl ist billig genug, eine solche Erklärung aus der Contacttheorie aufzustellen; allein wir müssen seine Hülfe ablehnen, da sie am Ende sich selbst wieder aufhebt. Zur Deutung der Erscheinungen ist es nicht durchaus nöthig, jene Säule aus alternirenden Platten als aus zwei Doppelketten zusammengesetzt zu betrachten, da diese Auffassung nur in dem Falle ihre Anwendung findet, wenn alle Plattenpaare gleichzeitig geschlossen sind. Allein das Studium der Erscheinungen bei partiellen Schließungen giebt erst den vollen Aufschluss über die Vorgänge in dieser Säule, und hier zeigen sich dann allerdings zwei einander entgegengesetzte sich destruierende Ströme, die weit entfernt, die ganze Erklärung, wie Hr. Pohl will, problematisch zu machen, vielmehr zum Prüfstein ihrer Richtigkeit werden. Sobald wir annehmen, dass elektrische Ströme, welchen mehr als ein Weg der Leitung zu ihrer Ausgleichung dargeboten ist, sich in diesen Wegen theilen, folgen alle jene Erscheinungen aus der Volta'schen Theorie von selbst, und für eine solche Theilung sprechen alle That-sachen in Betreff der Leitung elektrischer Ströme. Wenn $Z_1 K_1$ durch die Gasröhre verbunden sind, geht, wie oben bereits bemerkt, der elektrische (positive) Strom von dem Kupfer, das mit der Schwefelsäure positiv elektrisch wird, nach dem Zink durch die Gasröhre, und der Strom dringt folglich in den Draht ein, der mit der Zinkplatte verbunden ist, an welchem demnach das Hydrogengas auftritt. Wird nun das zweite Plattenpaar metallisch geschlossen, so wird auf bekannte Weise ein Strom vom Kupfer 2 nach dem Zink 2 eingeleitet, der sich in letzterem theilt, einerseits nach innen geht, um wieder zum K_2 zu gelangen, andererseits aber durch die an das Z_2 angränzende feuchte Pappe nach dem K_1 sich wendet, um in derselben Richtung wie der vom $K_1 Z_1$ abhängende Strom durch die Gasröhre seinen Weg zu

nehmen, und so am Ende auch zum K_2 zu gelangen, wodurch also der erste Strom offenbar verstärkt wird. Wird dagegen das dritte Plattenpaar geschlossen, so entsteht offenbar ein Strom in entgegengesetzter Richtung, indem der sich in dem Z_3 theilende Strom, dem einen Theile nach, nach dem Z_1 gelangt, und folglich die Gasröhre in entgegengesetzter Richtung von derjenigen, die von K_1 nach den Z_1 geht, durchströmt, und die Wirkung dieses letzteren vernichtet. Wird dagegen das vierte Plattenpaar metallisch geschlossen, so entsteht abermals ein Strom, dessen einer Theil, nämlich der nach außen sich wendende, die gleiche Richtung hat wie derjenige, der vom K_1 nach den Z_1 geht, und daher folglich nur damit die Gasentbindung verstärkt. Auf ganz ähnliche Weise erklären sich alle übrigen Fälle. Dass die metallische Schließung des zunächst angränzenden nach innen gelegenen Plattenpaares eine grösere Verstärkung bewirkt, als die des nach außen gelegenen Plattenpaares, hat seinen Grund darin, dass jene Schließung an und für sich einen stärkeren Strom giebt wegen des geringeren Leitungswiderstandes bei der geringeren Anzahl von Abwechslungen. Dass die durch Schließung des zunächst angränzenden Plattenpaares erhaltene Verstärkung der Gasentbindung nicht aufgehoben wird, wenn nun auch das darauf folgende ungünstig wirkende Plattenpaar geschlossen wird, erklärt sich daraus, dass dem nach außen gerichteten ungünstig wirkenden Theile dieses letzteren Stromes der nach *innen* gerichtete Theil des ersten Stromes entgegenwirkt und ihn im Gleichgewichte hält.

Vergleicht man nun vollends die chemische Wirkung dieser aus alternirenden heterogenen Platten zusammensgesetzten Säule mit derjenigen, in welcher die Zwischenplatten homogen von Zink oder Kupfer sind, so zeigt sich auch nicht die geringste Aehnlichkeit. Wurde nämlich das Paar Erregerplatten durch eine Gasröhre ge-

schlossen, so zeigte sich kaum eine merkliche Gasentwicklung, die etwas verstärkt wurde, man mochte nun die Kupfer- (oder Zink-) Platten 2, oder 3, oder 4 einzeln oder alle gleichzeitig schliessen, weil nämlich die Schließung hier in allen Fällen die Durchleitung des durch die Gasröhre gehenden Stromes beförderte. Wurde dagegen die Gasröhre mit der Kupferplatte 2, oder 3, oder 4, verbunden, während zugleich die Erregerplatten metallisch geschlossen waren, so zeigte sich in keinem Falle eine merkliche Wirkung.

Da durch die Versuche unter I. außer allen Zweifel gesetzt ist, dass jene abwechselnden Polaritäten der correspondirenden Platten einer gewöhnlichen Ladungsäule, wie Hr. Pohl sie annimmt, in der Erfahrung nicht gegeben sind, so scheint es auch überflüssig, die von Hrn. Prof. Pohl aufgestellte Erklärung dieses Vorganges näher zu würdigen. Ich erlaube mir nur die Bemerkung, dass die Theorie der Vertheilung nimmermehr zu einem solchen Resultate abwechselnder Polaritäten führen kann. Denn wollten wir auch Hrn. Pohl zugeben, dass das positive Zink des Erregerpaars das angränzende f in $-+$ differentiire, und eben so das negative Kupfer des Erregerpaars das angränzende f in $+-$, dass ferner das $+$ des ersten f in der Kupferplatte 2 auch ein $-+$, und das $+$ des zweiten f in der daran stossenden Kupferplatte 2, ein $-+$ hervorufe, dass ferner das $+$ und $-$ der beiden Kupferplatten sich durch den verbindenden Kupferdraht ausgleichen, und so jede Kupferplatte einseitig polarisirt die untere negativ, die obere positiv zurückbleibe, wo dann die erstere auf gleiche Weise die auf sie nach innen folgende Kupferplatte positiv, die obere dagegen die unter ihr nach innen liegende negativ polarisire, so ist diese Wirkung darum nicht zuzugeben, weil ja das $-$ der unteren Kupferplatte durch das $+$ des an sie angränzenden f , durch welches dieses Minus hervorgerufen ist, voll-

kommen gebunden wird, und den vertheilenden Proces nicht weiter fortsetzen kann.

Das Resultat der bisherigen Erörterungen lässt sich nun in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Die homogenen Platten einer sogenannten Ladungssäule, welche durch die metallische Schließung eines Paars heterogener Platten von Zink und Kupfer, durch welche sie geschlossen ist, erregt wird, zeigen, wenn die einander correspondirenden Platten zu einem Paare durch einen Metalldraht geschlossen werden, keine abwechselnde, sondern ganz gleichartige, derjenigen der Erregerplatten entgegengesetzte Polarität, die von außen nach innen abnimmt, und alle Erscheinungen einer solchen Säule lassen sich befriedigend erklären, wenn man einen in einer und derselben Richtung gehenden elektrischen Strom annimmt, der von dem Paare Erregerplatten ausgeht, und die entgegengesetzte Richtung des Stromes dieses letzteren Paars hat.

2) Ladungssäulen aus Metallplatten, die nur eine geringe Ladung annehmen, wie aus Zinkplatten, zeigen diese Erscheinungen auf das Bestimmteste. In Ladungssäulen aus Platten, die leicht eine Ladung annehmen, wie aus Kupferplatten, können einzelne Anomalien vorkommen, die ihren Grund in einer Ladung haben.

3) Säulen aus alternirenden heterogenen Platten, die sonst eben so construirt sind, wie die ersten, zeigen in ihrem Verhalten keine Aehnlichkeit mit diesen, sondern ihre Polaritäten oder elektrischen Ströme erfolgen ganz dem Gesetze gemäfs, nach welchem heterogene Metalle durch ihre wechselseitige metallische Berührung in entgegengesetzte elektrische Spannung treten.

4) Elektrische Ströme, welchen zu ihrer Ausgleichung mehrere Wege der Leitung offen sind, vertheilen sich auf dieselben in allen den Fällen, wo ein einzelner einen in Betracht kommenden Leitungswiderstand darbietet, und schlagen selbst im Anfange entgegengesetzte

Wege ein, wenn nur dieselben am Ende gleichmäſig zu demselben Ziele führen.

5) Einfache Ketten von heterogenen Metallen, die in der Spannungsreihe weit genug aus einander liegen, wie Zink und Kupfer, wenn sie mit einer großen Oberfläche mit stark chemisch wirkenden Flüssigkeiten in Berührung stehen, sind kräftig genug, um Wasser zu zersetzen, wenn sie bloß durch die Gasentbindungsrohre mit einander in Verbindung gesetzt werden, und keine unmittelbare metallische Berührung zwischen ihnen stattfindet, doch ist der dadurch erregte elektrische Strom schwächer, als der unter gleichen Umständen durch ihre metallische Berührung erregte. Die Richtung beiderlei Ströme ist aber dieselbe.

IV. Ueber die Thermoelektricität der Krystalle; von Dr. W. Hankel.

(Vom Verfasser machter Auszug aus seiner Dissertation: *De thermoelectricitate crystallorum. Halle 1839.*)

Da unter den bisher zur Untersuchung der Thermoelektricität der Krystalle angewandten Verfahrensarten keine zu finden war, welche mir zu einer längeren Reihe von Untersuchungen anwendbar schien, so suchte ich zunächst nach einer neuen, welche mit großer Bequemlichkeit und Einfachheit auch hinlängliche Genauigkeit in der Beobachtung der Elektricität verbände, und eine Bestimmung der Temperatur des erwärmteten Krystalles zuließe. Dies gelang mir auch bald mit Hilfe des Bohnenberger'schen Elektrometers, und diese bis jetzt von mir angewandte Methode ist kurz folgende.

Ich befestige an den Stift des Elektrometers, welches das Goldblättchen trägt, einen sehr dünnen bieg-

samen Draht; am besten eignet sich hiezu der von einer übersponnenen Guitarrsaite abgewickelte, dessen Windungen noch nicht ganz ausgezogen sind. Mit dem andern Ende dieses Drahtes, welches durch eine Glasröhre und durch Schellack hinlänglich isolirt ist, berühre ich die Punkte des Krystalles, deren Elektricität ich untersuchen will¹⁾). Der Krystall selbst liegt auf einem kleinen Messingtische, der entweder mit dem Erdboden in Verbindung steht, oder isolirt ist. In letzterem Falle setze ich dann den Tisch durch den angeführten dünnen Draht mit dem Elektrometer in Verbindung, und indem ich durch Berührung eines Punktes des Krystalles mit meiner Hand oder mit einem in der Hand gehaltenen Drahte die Elektricität desselben hinwegnehme, empfängt der Tisch die entgegengesetzte freigewordene und führt sie zum Elektrometer. — Die Erwärmung geschieht durch eine Lampe, welche unter dem Mittelpunkte des Tisches brennt; die Temperatur zeigt ein Thermometer an, dessen Kugel den Tisch berührt, und eben so weit hinter dem Mittelpunkte des Tisches sich befindet, als der zu untersuchende Krystall vor demselben. Annähernd ist die Temperatur des Thermometers gleich der Temperatur des Krystalles.

Eine genauere Temperaturbestimmung hielt ich bis jetzt für überflüssig, da das Elektrometer nicht die ersten Spuren angibt, indem eine gewisse Stärke der Elektricität zur Bewegung des Goldblättchens nöthig ist. Das von mir angewandte Elektrometer kann sehr empfindlich gemacht werden, indem die beiden Zamboni-schen Säulen mit ihrem unteren Ende auf zwei Kupferplatten stehen, die nach außen durch die Wände des Instrumentes hindurchgehen, und sich hier in zwei Knöpfen endigen. Diese beiden Platten lassen sich sehr leicht

1) Um alle Erschütterungen des auf einem besonderen Tische stehenden Elektrometers zu verhüten, ist der dünne Draht in seiner Mitte nochmals an einem Punkte der Wand isolirt befestigt.

auf einer untergelegten Kupferplatte verschieben. Auf diese Weise kann ich selbst während des Versuches ohne Störung desselben die Entfernung beider Säulen ändern, was sich bei den bedeutenden Unterschieden in der Stärke der Elektricität sehr vortheilhaft zeigt.

Der Zucker.

Die Krystalle desselben gehören zu dem monoklinoëdrischen Systeme und zeichnen sich durch ihre Unsymmetrie aus. Wir stellen dieselben zunächst so, daß der klinodiagonale Hauptschnitt vertical und auf uns zugewendet ist (Fig. 1 und 2 Taf. II), und nehmen dabei die Flächen P und P' parallel dem basischen Hauptschnitt. a sey die verticale Hauptaxe, b die Klinodiagonale und c die Orthodiagonale. Dann ist:

$$a : b : c = 0,71298 : 1 : 0,8215.$$

$$P=0P, l=\infty P, M=\infty P\infty, x=+P\infty, \\ d=(P\infty).$$

Der schiefe Axenwinkel beträgt $76^\circ 30'$.

Aufser den in Fig. 1 und 2 Taf. II gezeichneten Flächen zeigten sich noch die Flächen von $-P$ als Abstumpfung der Kanten $\frac{l}{P}$. Einige kleinere Flächen auf

den Kanten $\frac{x}{l}$ und $\frac{x}{f}$ erlaubten keine genauere Bestimmung. — Die Winkel konnten nur mit dem Anlegegnometer gemessen werden. Sie waren:

$$l : l' = 100^\circ \text{ oder } l : M = 130^\circ, P : M = 103^\circ 30', \\ M : x = 116^\circ 15'.$$

Die Flächen der negativen Hemipyramide $-P$ und des Klinoprismas ($P\infty$) erscheinen stets unsymmetrisch, und zwar bei obiger Stellung des Krystalles auf der rechten Seite desselben. — Die Zwillinge sind mit einer Fläche xP der rechten Seite verwachsen, und die Orthodiagonalen beider fallen in eine gerade Linie. Denken wir uns beide in dieser Lage durcheinandergeschoben, so ist

die Unsymmetrie und selbst die Schiefwinkligkeit der Axen verschwunden, indem die Flächen von P und x in dem einen Krystall die entgegengesetzte Lage haben, als in dem andern. Wir könnten also in der Zwillingsbildung ein Bestreben der Natur zur Wiederherstellung der Regelmässigkeit finden. — Die Krystalle sind stets mit der rechten Seite verwachsen, welche die unsymmetrischen Flächen trägt, und dies gilt sowohl von den regelmässigen als auch den unregelmässigen Verwachungen.

Ich möchte es für besser halten, den Krystall zu stellen wie in Fig. 3 Taf. II, so dass die frühere Orthodiagonale c zur verticalen Hauptaxe genommen wird. Dann theilt der verticale Hauptschnitt den Krystall in zwei congruente Hälften, dann sind die beiden Endpunkte der Hauptaxe unsymmetrisch (wie beim Turmalin, Topas u. s. w.), und die elektrische Axe fällt, wie wir sogleich sehen werden, mit der Hauptaxe zusammen. Ich werde im Folgenden diese Stellung beibehalten, und das eine Ende das obere, das andere, welches entweder verwachsen ist oder die unsymmetrischen Flächen trägt, das untere nennen.

Brewster, welcher die Elektricität des Zuckers entdeckte, hat über die Vertheilung derselben und die Lage der Pole keine weiteren Versuche angestellt. Nach meinen Versuchen ist das obere Ende beim Erwärmen positiv, beim Abkühlen negativ, das untere dagegen —, + (d. h. beim Erwärmen negativ, beim Abkühlen positiv), wie es auch in den Fig. 1 bis 3 Taf. II angedeutet ist. Die den verschiedenen Endpunkten anliegenden Theile der Flächen sind im Allgemeinen mit dem nächsten Endpunkte gleichnamig. Oester bemerkte ich, dass beim Erwärmen die negative, beim Erkalten die positive Elektricität weiter ausgedehnt war, als die entgegengesetzte; ich mag es jedoch nicht aussprechen, dass

es sich stets so verhalte, indem in der Stellung und Lage des Krystalles der Grund liegen kann.

Die ersten Spuren der Elektricität werden bei verschiedenen Temperaturen wahrnehmbar, je nachdem der Krystall kurz vorher schon erwärmt worden ist oder nicht. Die Stärke derselben erreicht eben so früher oder später ihr Maximum. Ist nach und nach die Elektricität, wie sie beim Erwärmen sich zeigte, Null geworden, so kehrt sie sich in die entgegengesetzte des Erkaltens um, sobald die Temperaturerhöhung nicht mehr rasch genug vorschreitet. Beim Schmelzen des Krystalles ist alle Elektricität verschwunden. Beim Abkühlen zeigt sich auch anfangs erst schwache Elektricität, welche in derselben Temperatur, wie beim Erwärmen ihr Maximum erreicht. Bei dem ersten Erwärmen ist es oft nicht möglich Elektricität wahrzunehmen, während sie beim zweiten schon stark auftritt. Der folgende Versuch ist an einem vorher noch nicht erwärmten Krystalle angestellt worden. Die Ecken wurden in der Folge von *a*, *b*, *e*, *f* (Fig. 3 Taf. II) nach einander untersucht.

Thermomet. Grade.	Elektricität in			
	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>e.</i>	<i>f.</i>
25,5	0	0	0	0
37,2	+	+	+	+ ¹⁾
44,0	0	0	0	+ ²⁾
55,9	0	0	0	0
67,4	0	0	0	0
74,5	0	0	0	0
81,3	0	0	0	0
90,6	0	0	0	—
93,0	—	—	—	0 ³⁾
97,6	0	0	—	?

1) Aeußerst schwach.

2) Desgl.

3) Aeußerst schwach; der Krystall beginnt zu schmelzen.

Thermomet. Grade.	Elektricität in				f.
	a.	b.	e.		
95,3	—	—	—	—	— ⁴⁾
90,6	—	—	—	—	— ⁴⁾
83,7	—	—	—	—	—
74,5	—	—	—	—	—
67,4	—	—	—	—	— ⁵⁾
60,5	—	—	—	—	— ⁶⁾
48,8	—	—	—	—	— ⁷⁾
46,5	—	—	—	—	— ⁷⁾
44,0	—	—	—	—	—
42,8	—	—	—	—	— ⁸⁾
39,5	—	—	—	—	— ⁹⁾
37,2	—	—	—	—	— ¹⁰⁾
33,6	0	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮ ¹¹⁾
24,3	0	0	0	0	0
25,5	0	0	+	+	+
27,9	+	+	+	+	+
30,2	+	+	+	+	+
32,5	+	+	+	+	+
39,5	+	+	+	+	+
42,8	+	+	+	+	+
46,5	+	+	+	+	+

4) Schwache Spuren.

5) e und $f > a$ und b .6) a und b stark, e und f schwächer.7) a und $b > e$ und f .8) e und f sehr schwach.9) Alle vier schwach, aber doch noch a und $b > e$ und f .

10) Fast Null.

11) Der Krystall wurde nach einer Viertelstunde, nachdem er bis 24° abgekühlt war, von Neuem erwärmt.12) e und f sehr stark, und $> a$ und b .13) a und $b > e$ und f .

14) Alle vier gleich.

15) Alle vier schwach.

Thermomet. Grade.	Elektricität in				
	a.	b.	e.	f.	
51,1	+	+	+	+	¹⁶⁾
58,1	—	—	0	0	¹⁷⁾
65,1	—	—	—	—	
71,0	—	—	0	?	
74,5	—	—	—	?	
88,3	—	?	?	?	
93,0	0	0	0	0	¹⁸⁾
95,3	—	—	—	?	
96,6	—	—	etc.	etc.	

Dafs das untere Ende sich gerade umgekehrt verhalte, brauche ich wohl nicht hinzuzufügen. — Merkwürdig ist, dafs der Krystall bei der Abkühlung schon bei 30° ohne wahrnehmbare elektrische Kraft war, da beim zweiten Erwärmen schon bei 25° das Goldblättchen bewegt wurde. Setzen wir die in jedem Augenblick entwickelte Elektricitätsmenge der Geschwindigkeit proportional, mit welcher sich die Temperatur ändert, so lässt sich dieser Unterschied leicht erklären. — Auffallend ist, dafs beim Erwärmen sowohl als beim Erkalten anfangs die Elektricität in e und f stärker ist, als in a und b; ich glaube nicht, dafs die Lage des Krystalles auf der Fläche M die Ursach sey.

Beginnt man einen Krystall, der so weit abgekühlt ist, dafs seine Elektricität nicht oder kaum noch wahrnehmbar ist, sogleich von Neuem zu erwärmen, so zeigt sich in den ersten Augenblicken nochmals die Elektricität, welche er bei der Abkühlung hatte, ziemlich stark.

In den Zwillingen zeigen sich die beiden freien Enden +, —; die verwachsenen —, +. Denken wir uns beide Krystalle, welche den Zwilling bilden, in einan-

16) e und f sehr schwach.

17) Die untere Fläche, welche auf dem Metall liegt, beginnt zu schmelzen.

18) Krystall schmilzt. Flamme wurde ausgelöscht.

Thermomet. Grade.	Elektricität in				<i>f.</i>
	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>e.</i>	<i>f.</i>	
95,3	—	—	—	—	— ⁴⁾
90,6	—	—	—	—	— ⁴⁾
83,7	—	—	—	—	
74,5	—	—	—	—	
67,4	—	—	—	—	— ⁵⁾
60,5	—	—	—	—	— ⁶⁾
48,8	—	—	—	—	— ⁷⁾
46,5	—	—	—	—	— ⁷⁾
44,0	—	—	—	—	
42,8	—	—	—	—	— ⁸⁾
39,5	—	—	—	—	— ⁹⁾
37,2	—	—	—	—	— ¹⁰⁾
33,6	0	0	0	0	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮ ¹¹⁾
24,3	0	0	0	0	0
25,5	0	0	+	+	+
27,9	+	+	+	+	++ ¹²⁾
30,2	+	+	+	+	++ ¹²⁾
32,5	+	+	+	+	+
39,5	+	+	+	+	++ ¹³⁾
42,8	+	+	+	+	++ ¹⁴⁾
46,5	+	+	+	+	++ ¹⁵⁾

4) Schwache Spuren.

5) e und $f > a$ und b .

6) a und b stark, e und f schwächer.

7) a und $b > e$ und f .

8) e und f sehr schwach.

9) Alle vier schwach, aber doch noch a und $b > e$ und f .

10) Fast Null.

11) Der Krystall wurde nach einer Viertelstunde, nachdem er bis 24° abgekühlt war, von Neuem erwärmt.

12) e und f sehr stark, und $> a$ und b .

13) a und $b > e$ und f .

14) Alle vier gleich.

15) Alle vier schwach.

Thermomet. Grade.	Elektricität in				<i>f.</i>
	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>e.</i>	<i>f.</i>	
51,1	+	+	+	+	¹⁶⁾
58,1	—	—	0	0	¹⁷⁾
65,1	—	—	—	—	
71,0	—	—	0	?	
74,5	—	—	—	?	
88,3	—	?	?	?	
93,0	0	0	0	0	¹⁸⁾
95,3	—	—	—	?	
96,6	—	—	etc.	etc.	

Dafs das untere Ende sich gerade umgekehrt verhalte, brauche ich wohl nicht hinzuzufügen. — Merkwürdig ist, dafs der Krystall bei der Abkühlung schon bei 30° ohne wahrnehmbare elektrische Kraft war, da beim zweiten Erwärmen schon bei 25° das Goldblättchen bewegt wurde. Setzen wir die in jedem Augenblick entwickelte Elektricitätsmenge der Geschwindigkeit proportional, mit welcher sich die Temperatur ändert, so lässt sich dieser Unterschied leicht erklären. — Auffallend ist, dafs beim Erwärmen sowohl als beim Erkalten anfangs die Elektricität in *e* und *f* stärker ist, als in *a* und *b*; ich glaube nicht, dafs die Lage des Krystalles auf der Fläche *M* die Ursach sey.

Beginnt man einen Krystall, der so weit abgekühlt ist, dafs seine Elektricität nicht oder kaum noch wahrnehmbar ist, sogleich von Neuem zu erwärmen, so zeigt sich in den ersten Augenblicken nochmals die Elektricität, welche er bei der Abkühlung hatte, ziemlich stark.

In den Zwillingen zeigen sich die beiden freien Enden +, —; die verwachsenen —, +. Denken wir uns beide Krystalle, welche den Zwilling bilden, in einan-

16) *e* und *f* sehr schwach.

17) Die untere Fläche, welche auf dem Metall liegt, beginnt zu schmelzen.

18) Krystall schmilzt. Flamme wurde ausgelöscht.

der geschoben, so fallen die entgegengesetzten Pole auf einander, und mit der Unsymmetrie der Form ist zugleich die Elektricität verschwunden. Geben vielleicht aus gleichem Grunde die regelmässigen Krystalle keine Elektricität?

Es scheint ein Zusammenhang zu seyn zwischen der Leistungsfähigkeit des Zuckers und dem Auftreten seiner eigenen Elektricität. Sobald die erste Eigenschaft zerstört ist, wird die Thermoelektricität merkbar.

Die Weinsäure.

Die Krystalle gehören, wie die des Zuckers, zum monoklinoëdrischen Systeme, und sind ebenfalls unsymmetrisch. Es ist (Fig. 4 und 5 Taf. II) $P' : M = 81^\circ$; $P' : x' = 145^\circ 15'$; $l : l' = 99^\circ 45'$; $d' : P' = 136^\circ$. Nehmen wir P parallel dem basischen Hauptschnitt, so erhalten wir

$$a : b : c = 0,789 : 1 : 0,836$$

$P = 0P$; $x = -Px$; $M = \infty P\omega$; $l = \infty P$; $d = (Px)$. y (Fig. 6) Taf. II) ist wahrscheinlich $+Px$, wie es in der Zeichnung angegeben ist. Der schiefe Axenwinkel beträgt 81° . Die unsymmetrischen Flächen d erscheinen bei obiger Stellung nur auf der linken Seite. Wir werden aber aus Gründen, welche beim Zucker angegeben sind, die auf beiden rechtwinkliche Axe c als Hauptaxe vertical stellen (Fig. 7 Taf. II), und den durch die unsymmetrischen Flächen ausgezeichneten Eckpunkt den unteren nennen. — Die Zwillinge sind auf dieselbe Weise gebildet, wie beim Zucker. Das verwachsene Ende ist auch bei der Weinsäure stets das untere.

Die Elektricität des oberen Eckpunktes ist $+$, $-$; die Elektricität des unteren $-$, $+$. Auf den Flächen M scheint die negative Elektricität beim Erwärmen einen grösseren Raum einzunehmen, als die positive. Beim ersten Erwärmen zeigt sich oft keine Spur von Elektricität, während sie später sehr stark auftritt; gegen Ende

des Erwärmens findet eine Umkehrung der Elektricität statt, wie beim Zucker, und fast alles dort Gesagte gilt auch von der Weinsäure. Folgendes ist ein Auszug aus einem Versuch, welcher an einem vorher noch nicht erwärmten Krystalle angestellt wurde. Die Buchstaben und Zahlen beziehen auf Fig. 7 Taf. II:

Thermomet. Grade.	Elektricität in				
	1.	2.	b.	e.	8.
21,4	0	0	0	0	0
.	:	:	:	:	:
76,8	0	0	0	0	0 ¹⁾
79,0	—	—	0	+	+ ²⁾
55,9	—	—	—	+	+
.	:	:	:	:	:
30,2	—	—	—	+	+
27,9	0	0	0	0	0
25,5	0	0	0	0	0 ³⁾
.	+	+	+	—	—
37,2	+	+	+	—	— ⁴⁾
39,5	—	—	—	+	+
.	:	:	:	:	:
60,5	0	—	—	+	+
65,1	0	0	0	0	0
.	:	:	:	:	:
83,7	0	0	0	0	0 ⁷⁾
.	:	:	:	:	:
69,7	—	—	—	+	+
	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.

1) Krystall beginnt zu schmelzen.

2) Krystall hatte schon angefangen sich abzukühlen

3) Die Lampe wurde wieder angezündet.

4) Bei 30° sehr stark.

5) Sehr schwach.

6) Bei 55,9° begann der Krystall zu schmelzen.

7) Zuweilen wurden in 2 noch Spuren von — bemerkt.

Hinzufügen will ich nur noch, dass die beiden freien Endpunkte der Zwillinge $+$, $-$ sind, die Mitte derselben aber $-$, $+$, d. h. eben so als wie beim Zucker.

Das weinsaure Kali-Natron.

Die Krystalle desselben gehören zum rhombischen System und sind ebenfalls unsymmetrisch. Die gewöhnliche Form ist die Fig. 8 und 9 Taf. II abgebildete. Wenn wir die Fläche ab in Fig. 9 für die Fläche desjenigen horizontalen Prismas nehmen, welches die makrodiagonale Polkante von P abstumpft, so ist:

$$a : b : c = 1 : 0,7813 : 0,4348$$

$aa' = 0P$; $ab = \bar{P}\infty$; $bc = 2\bar{P}\infty$; $cd = \infty\bar{P}\infty$. Die Fläche, welche dem makrodiagonalen Hauptschnitt parallel ist, liegt $\infty\bar{P}\infty$. Außerdem findet sich noch $\bar{P}\infty$, und wahrscheinlich $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ und $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$. Die Grundfläche $ee' = 0P$ ist entweder glatt oder gestreift, wie Fig. 10 Taf. II. — Die andere Form Fig. 11 und 12 Taf. II, welche man zuerst für den einfachen Krystall halten möchte, ist ein Zwilling, dessen Zusammensetzung auch noch schwach auf den Kanten cd und $c'd'$ angedeutet ist. An diesem zeigte eine Fläche von $\infty\bar{P}\infty$ die Zeichnung der Fig. 10.

Genau habe ich nur in diesem Zwilling die Elektricität bestimmen können. 1) Steht der Krystall auf cd , so ist der ganze Krystall beim Erwärmen $+$, beim Abkühlen $-$. 2) Steht er auf $c'd'$, eben so. 3) Steht er auf ff' , so ist der ganze Krystall $-$, $+$ (d. h. beim Erwärmen $-$, beim Abkühlen $+$). 4) Steht er auf aa' , eben so. 5) Steht er auf der gestreiften Fläche von $\infty\bar{P}\infty$, so ist die Elektricität zu schwach, um deutlich bestimmt werden zu können.

Scheinbar haben wir hier zwei Axen, welche sich rechtwinklig durchschneiden und an beiden Enden gleich-

namig sind; was indefs nur durch die Zwillingsbildung hervorgerufen ist. Es sey das untere Ende, mit welchem die beiden Krystalle verwachsen sind, das —, + Ende; die beiden freien Enden aa' und ff' sind dann +, —, d. h. entgegengesetzt, als wie der Krystall gefunden wurde, während ff' und aa' die Metallplatten berührten. Wenn aber z. B. ff' die nicht isolirte Metallplatte berührt, so wird seine Elektricität abgeleitet, und die beiden —, + Pole der Mitte des Zwillings überwinden den +, — Pol in aa' ; der Krystall erscheint dann in dieser Lage —, +. Dass dies wirklich so sey, beweist auch ein anderer Versuch, in welchem ich sorgfältiger auf die Stärke der Elektricität achtete. Bei der Stellung desselben Krystalles auf aa' und ff' zeigte sich die Elektricität in ff' und aa' sehr schwach, stark dagegen auf cd und $c'd'$, weil hier die —, + Pole keine entgegengesetzte Elektricität zu neutralisiren hatten. Auf gleiche Weise erklären sich die übrigen Versuche.

Die Temperatur darf nur sehr wenig erhöht werden, weil der Krystall bald schmilzt; auch hier kehrt sich die Elektricität zu Ende des Erwärmens um, wie bei dem Zucker und der Weinsäure.

Das Kieselzinkerz (prismatisches Zinkbaryt).

Das Ende mit den meisten Flächen, welches in Mohs's Grundriss der Mineralogie, Bd. II Fig. 37, als das obere gezeichnet ist, fand ich +, —; das untere, welches gewöhnlich verwachsen ist, —, +, wie schon Köhler in diesen Annalen, Bd. XVII S. 148, angegeben hat.

Der Axinit.

Schon Haüy spricht es aus, dass die Krystalle desselben unsymmetrisch sind; aber bis jetzt hat Niemand diese Unsymmetrie genauer nachgewiesen. Ich besaß keine freien Krystalle zur Untersuchung; die mit den von

mir angewandten verwachsene Gesteinmasse hinderte indes die Bestimmung der Elektricität nicht. Die freien Enden sind —, +; die verwachsenen +, —. Die Elektricität der letzteren wird gewöhnlich von dem ansitzenden Gestein aufgenommen, breitet sich aber durch Ableitung der Elektricität des freien Endes über die dem Gesteine zunächst liegenden Theile der freien Fläche aus. Die Elektricität schien bei der Erwärmung schwächer, als bei der Abkühlung; denn beim Erwärmen nahm sie gewöhnlich nur zwischen 60° bis 80° wahr, während sie bei der Abkühlung gleich nach dem Auslöschen der Lampe erscheint, und selbst bei der Abkühlung bis zur Temperatur der Umgebung noch nicht verschwunden ist.

Der Prehnit.

Auch von diesem Minerale besaß ich keine freien Krystalle. Bei den verwachsenen fand ich das freie Ende —, +; das verwachsene +, —. Haüy sagt in seinem *Traité de minéralogie: l'axe électrique est situé dans le sens de la petite diagonale du noyau*. Er erfordert keine hohe Temperatur, um elektrisch zu werden.

Der Mesotyp.

Schon einzelne Nadeln zeigen deutlich beide Elektricitäten. In zusammengesetzten Varietäten, deren Nadeln büschelförmig auseinanderlaufen, fand ich die divergirenden Enden —, +, die convergirenden +, —; doch war die Elektricität an dem Mittelpunkte, gegen welchen die Nadeln convergiren, nicht am stärksten, sondern in einiger Entfernung davon. G. Rose gibt in einer Anmerkung zu seiner Abhandlung über die Elektricität des Turmalins (Pogg. Annal. Bd. XXXIX S. 293) ebenfalls die freien Enden bei der Abkühlung als positiv an, was mit der von mir gefundenen Vertheilung übereinstimmt.

V. *Bedenken rücksichtlich einer beim Zusammenschlagen zweier Kieselsteine bemerkbaren vorgeblich elektrischen Lichterscheinung;*

von Christian Doppler,

Professor der Mathematik am Prager polytechn. Institute.

In XXXIII. Bande, S. 655, der gegenwärtigen Annalen der Physik theilt Hr. Dr. Rudolph Böttger in Frankfurt einen, wenigstens in anderer Beziehung nicht uninteressanten Versuch mit, vermöge welchem er sich für berechtigt hält, das beim Zusammenschlagen zweier Quarz- oder Kieselsteine entstehende Licht für ein elektrisches zu erklären? — Er schliesst hierbei in Kürze, wie folgt: Allgemein bekannt ist es, dass eine hinreichend schnell bewegte, im Kreise sich drehende Scheibe, welche sectorenweise und in gehöriger Ordnung mit den sieben (oder vielmehr sechs) Farben des Sonnenspectrums nach ihren Größenverhältnissen bemalt ist, das Auge eines Beobachters den unläugbaren Eindruck einer weisslich-grauen Kreisscheibe darbietet. Die Erscheinung bleibt auch völlig dieselbe, man mag diesen Versuch beim directen Sonnenlichte oder bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung, — beim Lampenscheine oder bei irgend einem anderen künstlichen Beleuchtungsmittel anstellen. Ja selbst beim Funkensprühen des mit einem Kieselsteine zusammengeschlagenen Feuerstahls dürfe man stets (?), so behauptet nämlich Hr. Dr. Böttger, desselben Erfolges gewiss seyn. Ganz Anderes dagegen habe man zu gewärtigen, wenn man die sich drehende Scheibe durch einen intensiven, etwa der Kleist'schen Flasche oder einer kräftigen Batterie entlockten elektrischen Funken beleuchten lässt. In diesem Falle nämlich erblickt man, und zwar gewiss nicht ohne einige Verwunderung, die

Scheibe, statt in rascher Bewegung, in vollkommner Ruhe, und zwar mit ihren wohl unterscheidbaren Sectoren bemalt. Hr. Dr. Böttger glaubt nun diese Erscheinung aus der unendlich Mal gröfseren Geschwindigkeit des elektrischen Lichtes im Vergleich mit jedem anderen erklären zu müssen, und vermeint sofort durch diesen aufgefundenen, angeblich charakteristischen Unterschied desselben ein leichtes und untrügliches Mittel kennen gelernt zu haben, auch ohne zu dem Bennet'schen Elektrometer oder zu dem Schweigger'schen Multiplicator seine Zuflucht zu nehmen, bei vorkommenden Lichterscheinungen von kurzer Dauer mit aller Sicherheit darüber entscheiden zu können, ob ihnen ein elektrischer oder ein gemeiner Ursprung zukomme. — Wählt man nun zum Objecte der Untersuchung dasjenige Licht, welches beim Zusammenschlagen zweier Kiesel- oder Flintensteine bemerkbar wird, so zeigt sich in der That auch jene Scheibe, gerade so wie beim elektrischen Funken, in vollkommener Ruhe und farbig. Hieraus zieht nun Hr. Dr. Böttger den Schluss, dass diese Lichterscheinung nothwendig eine elektrische seyn müsse?

Die hier angeführten Thatsachen, besonders aber die daran geknüpften Folgerungen, sind nun, wie nicht zu läugnen, so überraschender und auffallender Art, dass einiger Zweifel hierüber und der Verdacht eines möglicherweise untergetauchten Irrthums nicht anders als natürlich erscheinen muss. Der erste Gedanke, welcher sich bei Einsender Dieses einfand und geltend zu machen suchte, war der: » ob nicht vielleicht die gewöhnliche Erklärung des sogenannten Farbenkreisels zur Erklärung auch dieser Erscheinung ausreiche, oder vielmehr dieselbe schon in sich schliesse? « — Bekanntlich hält man für den wahren Grund, weshalb eine mit den sechs Hauptfarben bemalte, schnell bewegte Scheibe weissgrau erscheint: die schnell aufeinanderfolgenden verschiedenfarbigen Lichteindrücke, von welchen ein und die-

selbe Stelle der Retina des Auges getroffen wird. Es ist nämlich sehr begreiflich, dass genannte Scheibe in einem gewissen Zeitmomente ein treues Abbild ihrer farbigen Sectoren auf dem Nervenhäutchen des Auges hervorruft, und dass demnach gewisse Stellen desselben bloß von den rothen, andere bloß von den blauen und wieder andere bloß von den gelben Strahlen u. s. w. getroffen werden. Aber schon im nächsten Augenblick ändert sich dieses Verhältnis, indem es die veränderte Lage der sich drehenden Scheibe mit sich bringt, dass jene Stellen der Retina, welche kurz vorher nur bloß von den rothen Strahlen z. B. getroffen wurden, nunmehr und hinter einander auch die gelben, blauen und die übrigen Zwischenfarben in sich aufzunehmen haben. Da nun jeder solcher Farbeneindruck auch noch über die Zeit der unmittelbaren Anwesenheit des veranlassenden Objects hinausreicht: so fliesen dieselben, wenn nur sonst die Farbeneindrücke rasch genug aufeinandersfolgen, wegen ihrer respectiven Gleichzeitigkeit in eine weisslichgraue Farbenempfindung zusammen. Aus dieser Erklärung des optischen Farbenkreisels scheint nun, falls sie die richtige ist, unmittelbar zu folgen, dass wenn durch irgend eine äufsere Veranlassung oder durch irgend eine absichtliche Vorkehrung das Auge verhindert würde, die farbige Scheibe in mehreren unmittelbaren aufeinanderfolgenden und in einander übergehenden Stellungen wahrzunehmen, auch die Wirkung davon, nämlich die Verschmelzung der bunten Farben zu einem Weisslichgrau unsfehlbar ausbleiben müfste, und dass man daher in einem solchen Falle jene Scheibe mit ihren Farbensectoren scheinbar in Ruhe erblicken würde, gleichviel ob dieser Versuch bei gewöhnlicher oder künstlicher Beleuchtung vorgenommen würde. Es galt also nun, die Richtigkeit dieser Vermuthung durch einen directen Versuch zu erproben, und dieses konnte auf mehrfache Weise geschehen, ohne eben zu künstlichen Apparaten und Vor-

richtungen die Zuflucht nehmen zu müssen. — Vorerst versetzte ich eine solche Farbenscheibe, bei beliebiger Beleuchtung, in eine so schnelle drehende Bewegung, dass sie mir allenthalben weissgrau erschien. Nachdem ich dessen gewifs war, öffnete und schloß ich so schnell als nur immer möglich die Augen, und erblickte nun jene Scheibe nicht mehr grau, sondern sectorenweis deutlich farbig, während gleichwohl die Umstehenden dieselbe noch immer weissgrau zu sehen versicherten. Selbst schon bei einem schnellen Hin- und Herbewegen der Hand zwischen dem Auge und der Scheibe nahm letztere schon unverkennbar eine bunte Färbung an, und führte die Täuschung herbei, als ob jene Scheibe anfinge sich allmälig langsamer zu drehen. Weil es aber unmöglich ist, die Hand eben so schnell zu bewegen, wie die Augenlieder, so steht der Erfolg dieses Versuchs dem obigen entschieden nach. — Am allerbesten und recht augenscheinlich gelang mir der Versuch, als ich die sich drehende Farbenscheibe durch eine andere, dem Auge näher stehende, an einer Stelle durchbrochene und gleichfalls in möglichst schnelle Bewegung versetzte Scheibe betrachtete. Denn offenbar konnte in diesem Falle das Auge durch die schnell vorbereilende Oeffnung jene sich drehende farbige Scheibe nur während einzelner ungemein kurzer Zeitmomente erblicken, wodurch natürlich der beabsichtigte Zweck vollkommen erreicht wurde¹⁾.

1) Man kann sich zu diesem und ähnlichen Versuchen recht bequem der nachfolgenden Vorrichtung bedienen. Man schneide aus Kartenpapier eine Kreisscheibe von etwa 4 Zoll oder sonst beliebigem Durchmesser, bemalte sie sectorenweis dem Zwecke gemäß mit den betreffenden Farben, und klebe auf die Rückseite, um beim Drehen jedes lästige Vibrieren und Schwanken derselben zu verhindern, einen gleichfalls aus Kartenpapier in Form eines Kreuzbandes geschnittenen Doppelsteg, durch dessen Enden der Scheibe Mitte sofort eine gewöhnliche, ziemlich dünne und vollkommen glatte Stricknadel gesteckt und die Scheibe durch einen in der Richtung der Tangente angebrachten Schlag in beliebig schnelle Bewegung gebracht wird.

— Da es nun nicht im Geringsten bezweifelt werden kann, dass es für den Erfolg dieser Erscheinung vollkommen gleichgültig ist, ob eine Lichtquelle von einer nur augenblicklichen Dauer das fragliche Object beleuchtet, oder ob dasselbe ein zwar fortwährend beleuchtetes oder selbstleuchtendes ist, jedoch äufserer Umstände wegen nur auf Augenblicke von dem beobachtenden Auge wahrgenommen werden kann: so ergiebt sich hieraus mit voller Evidenz und noch vor aller weiteren Erfahrung, dass jede derartige Erscheinung weder in der unendlich Mal grösseren Geschwindigkeit des elektrischen Lichtes, noch auch in der sogenannten absoluten Dauerlosigkeit seines Auftretens nothwendig begründet zu seyn brauche, sondern dass der wahre Grund hiervon vielmehr lediglich in dem Umstande gesucht werden müsse, dass in jedem solchen Falle der Lichteindruck, wenn gleich von einer endlichen, doch nur von so kurzer Dauer ist, dass jene kreisende Scheibe während derselben nur durch wenig Grade seiner Peripherie fortschreitet¹).

Der beim Zusammenschlagen zweier Kieselsteine hervorbrechende einzelne Lichtfunke oder vielmehr Lichtschimmer scheint nun allerdings von genugsam kurzer Dauer zu seyn, um obige Erscheinung am Farbenkreisel bemerken zu lassen. Mit nicht völlig gleichem Rechte aber wird vom Hrn. Dr. Böttger behauptet, dass sich die nämliche Erscheinung beim Zusammenschlagen eines Feuersteins mit einem Stahle niemals wahrnehmen lassen. Im Gegentheile habe ich genannten Versuch allein und in Gegenwart anderer wiederholt angestellt und gefunden, dass er stets gelingt, wenn man nur die Vorsicht gebraucht, jene Scheibe bloß durch einen einzelnen Fun-

1) Aus angestellten Versuchen glaube ich folgern zu können, dass bei einer Beleuchtungsdauer von etwa einem Hunderttheile einer Zeitseunde obige Erscheinung schon sehr deutlich und ziemlich scharf hervortritt. Wie weit ist aber noch von da zu der als nothwendig erachteten völligen Dauerlosigkeit einer Lichterscheinung?

ken beleuchten zu lassen. Fährt man aber dagegen mit einer gewissen Kraftäusserung längs des Feuerstahls mit dem Kieselsteine hinab, so lockt ein solches Verfahren nicht bloß einen vereinzelten Funken, sondern einen Strahl von Feuerfunken hervor, von denen die letzteren später zu erglühen und daher auch später zu erloschen pflegen, und daher zusammengenommen die Scheibe eine geraume Zeit und gewöhnlich lange genug beleuchten, um die oben ausgesprochene Bedingung nicht zu Stande kommen zu lassen. Auch hiervon habe ich mich überzeugt, und finde mich deshalb geneigt zu glauben, dass Hrn. Dr. Böttger's diesfalsigen Versuche von letztgenannter Art gewesen seyn dürften?

Einsender Dieses nahm nun zwar schon gleich anfänglich Anstand dem im Eingange erwähnten Raisonnement beizupflchten, hegte aber die sichere Erwartung, in einem der nächstfolgenden Hefte dieser Zeitschrift einen Widerruf oder eine Berichtigung dieser Ansicht zu finden. Allein dieses geschah nicht¹⁾; vielmehr scheint das Auffallende und Ueberraschende sich seither einen Weg auch in andere Zeitschriften gebahnt zu haben. Es dürfte daher um so weniger unpassend scheinen, eine kurze Würdigung dieses Experiments hier niedergelegt zu haben, als dieses lediglich nur im Interesse der Wissenschaft und zur Verhinderung der weiteren Verbreitung einer offenbar unrichtigen Behauptung geschah, und die wahre hierbei zu Grunde liegende Sachlage zugleich ein schönes Beleg für die Richtigkeit der bisherigen bekannten Erklärung bezüglich des optischen Farbenkreisels dargeboten haben dürfte.

1) Nur meine damalige Reise nach England veranlafste, dass eine Berichtigung unterblieb, die, schon ohne directen Versuche, aus mehreren der seither beschriebenen optischen Täuschungen genügend abzuleiten gewesen wäre.

VI. Notizen über eine Volta'sche Säule von ungewöhnlicher Kraft; von C. F. Schönbein.

Mr. W. Grove aus Wandsworth hat im Laufe dieses Jahres die Physiker mit einer Volta'schen Vorrichtung beschenkt, die, was Wirksamkeit betrifft, alle bis jetzt bekannt gewordenen hydroelektrischen Apparate weit hinter sich zurücklässt, und deren Einrichtung daher verdient auch in Deutschland bekannt zu werden¹). Nur aus wenigen kleinen Plattenpaaren bestehend, leistet dieselbe, was mit Riesenapparaten kaum bewerkstelligt wird. Das Eigenthümliche der Grove'schen Säule liegt darin, daß ihre Elemente aus Platin und amalgamirtem Zink bestehen, und ersteres Metall in gewöhnliche (in einer porösen Thonzelle enthaltene) Salpetersäure eintaucht, während das Zink mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, welche Flüssigkeit das Thongefäß umgibt, in Berührung ist. Während meiner neulichen Anwesenheit in England stellte ich mit meinem Freunde Grove eine Reihe von Versuchen mit seiner Säule an, naumentlich in Beziehung auf deren chemische Wirkungen, und überzeugte mich hiebei so sehr von ihren Vorzügen, daß ich mir sofort eine ähnliche von Watkins anfertigen ließ, nur aber um ein Beträchtliches grösser als diejenige des Hrn. Grove. Gemäfs den Angaben meines Freundes geben fünf Plattenpaare das Maximum chemischer Wirkung, und erreichen vier dasselbe schon nahe; ich ließ daher meine Säule auch nur aus fünf Elementen bauen. Jedes derselben besteht aus einem Platin-

1) Unbekannt kann die Grove'sche Säule den Lesern der Annalen wohl nicht seyn, da sie bereits im Octoberheft des vorigen Jahres beschrieben wurde; indefs bildet die vorliegende Notiz auch jetzt noch einen lesenswerthen Zusatz zu jener ersten Nachricht. P.

blech von 8" Länge und 2" Breite, und einem Zinkstreifen von völlig doppelter Grösse. Beide Metallstücke sind nicht zusammengelöthet, sondern nur durch zwei kleine Schrauben verbunden. Für jedes Platinblech ist eine poröse Thonzelle von parallelepipedischer Form vorhanden, und ein Trog mit fünf Abtheilungen nimmt die fünf Thonzellen auf, wie auch die Zinkstreifen und die excitirende Flüssigkeit. Der wirksame Theil dieser Säule nimmt einen Raum von etwa 80 Kubikzollen ein, die ganze Vorrichtung ein Volumen von etwa einem $\frac{1}{4}$ Kubikfuß. Wurde gewöhnliche Salzsäure, mit ihrem zweifachen Volumen Wassers vermischt, als erregende Flüssigkeit angewendet, und Salpetersäure von 1,35 in die Thonzellen gebracht, so erhielt ich einen Strom, der in jeder Minute aus verdünnter Schwefelsäure 10 Kubikzoll Wasserstoff- und 5 Kubikzoll Sauerstoffgas oder in einer Minute 900 Kbkz. gemischten Gases entband. Die Wärme-Effekte der fraglichen Säule sind hier nicht minder gross als die chemischen. Kohlenstücke als Schließungsmittel gebraucht, erglühen so heftig, dass sie einen für das Auge beinahe unerträglichen Lichtglanz entwickeln, Platindrähte von Stricknadeln Dicke schmelzen in wenigen Secunden etc. Dass der durch den Strom meiner Säule erregte Magnetismus beträchtlich seyn müsse, lässt sich schon aus den vorigen Angaben abnehmen. An den Anker eines Hufeisens, um welches eine Kupferdrahtspirale gelegt war, hing ich all das zu meiner Verfügung stehende Gewicht, nämlich $3\frac{1}{2}$ Zentner, und noch war ich weit entfernt damit das Maximum der Tragkraft des Elektromagneten erreicht zu haben. Trotz der außerordentlichen chemischen Wirkungen der Säule, sind ihre physiologischen äußerst schwach.

Was nun die beschriebene Vorrichtung noch besonders werthvoll macht, ist, dass, so weit sie Grove und ich geprüft haben, dieselbe in dem Sinne, wie dies der vortreffliche Daniell'sche Apparat thut, einem

nen Strom von constanter Stärke liefert. Der Grund dieser Strombeständigkeit ist leicht einzusehen. In einer früheren Arbeit wurde von mir durch Versuche nachgewiesen, dass die positive Polarität (die sogenannte positive Ladung) des Platins, das als negative Elektrode innerhalb einer hydroelektrischen Vorrichtung functionirt, von einer dieses Metall umgebenden Wasserstoffschicht herrührt, und angegeben, dass in diesem Umstände hauptsächlich die Abnahme der Stromstärke der gewöhnlichen hydroelektrischen Kreise liege¹). Die Salpetersäure in den Thonzellen verhindert nun, dass das in sie eintauchende negative Platinblech nicht positiv sich polarisiert, dadurch nämlich, dass ein Theil ihres Wasserstoffs mit dem durch den Strom ausgeschiedenen Wasserstoff in Verbindung tritt. Es kann daher unter diesen Umständen kein secundärer Strom entstehen, an Richtung dem primitiven entgegengesetzt, somit aber auch keine Schwächung des letzteren eintreten.

Es begreift sich von selbst, dass die Salpetersäure in den porösen Zellen nach und nach in salpetrichte umgewandelt wird, und zwar um so schneller, je stärker der Strom der Säule ist; denn entbindet sich z. B. in dem Zersetzungssapparat 600 Kbz. Wasserstoffgas in einer Stunde, so muss auch in derselben Zeit die gleiche Menge dieses Elementes auf die Salpetersäure jeder Thonzelle sich werfen, d. h. eine der Quantität des Wasserstoffs entsprechende Menge von salpetrichter Säure sich bilden.

Findet der Strom während seiner Circulation einen bedeutenden Widerstand, so wird natürlich auch in den Flüssigkeiten der Säule viel Wärme entbunden, was zur

1) Es scheint, meine Abhandlungen über die Polarisirung der Metalle und Flüssigkeiten seyen der Aufmerksamkeit des Hrn. Henrici entgangen, sonst würde in No. 7 der Annalen manches nicht als neu gegeben seyn, was ich schon in No. 5 (S. 116 und 117) ausdrücklich gesagt habe.

Folge hat, dass bei einer schon etwas weit gediehenen Reduction der Salpetersäure viel salpetrichtsaure Dämpfe sich entwickeln, und die Flüssigkeit der Thonzellen zuweilen sogar bis zum Sieden und Ueberlaufen kommt; ein Umstand, der allerdings unangenehm und dessen Be seitigung zu wünschen ist.

Ich behalte mir vor später noch einmal auf den Grove'schen Apparat zurückzukommen, und meine Ansichten über die Ursache seiner grossen Wirksamkeit darzulegen. Für jetzt füge ich nur noch die Bemerkung bei, dass mein Freund die Construction desselben fand, indem er sich von den Grundsätzen der chemischen Theorie des Galvanismus leiten ließ. Daniell gelangte auf dem gleichen Wege zur Erfindung der vollkommensten Säule, welche wir außer der Grove'schen jetzt besitzen, und auch Faraday, wie früher Wollaston, gingen bei ihren notablen Verbesserungen Volta'scher Apparate sicherlich nicht von Contactsideen aus. Wenn nun neuerdings wieder häufig behauptet wird, chemische Action wirke nicht elektromotorisch, so muss die Hypothese, welche das Gegentheil annimmt, so übel doch nicht seyn, da unter ihrer Leitung der Wissenschaft so schöne Dienste geleistet werden, während die ächte Theorie, die des Contactes nämlich, eines ähnlichen Vorzugs in neuerer Zeit sich kaum rühmen darf. All dies ist aber natürlich bloße Zufälligkeit, reines Glück, und steht mit dem Werthe der entgegengesetzten Lehren in gar keiner Verbindung¹).

Basel, 31. Dec. 1839.

1) — nicht bloß *natürlich*, sondern auch *unzweifelhaft*, so gut wie es gewiss ist, dass die *wissenschaftlichste* aller Entdeckungen der neueren Zeit im Gebiet des Galvanismus, die des Ohm'schen Gesetzes, von dessen hohem Werthe freilich manche Physiker noch kaum eine Ahnung haben, nicht durch die Grundsätze der sogenannten chemischen Theorie hervorgerufen ward.

VII. *Chemische Untersuchung des Noseans, Haüys, Lasursteins und künstlichen Ultramarins; von F. Varrentrapp.*

I. Nosean vom Laacher See.

Der von mir untersuchte Nosean findet sich am Laacher See bei Andernach in losen Blöcken, die zum grössten Theil aus glasigem Feldspath bestehen, worin außerdem noch etwas schwarzer Glimmer, Magneteisenstein, zuweilen auch etwas Zirkon vorkommt. Der glasige Feldspath selbst ist körnig; die Körner sind nur lose mit einander verbunden, und enthalten viele kleine Drusenräume, worin sowohl der Feldspath selbst, wie die übrigen Gemengtheile des Gesteines krystallisiert vorkommen. Außerdem ist der Nosean, in Körnern zuweilen von mehreren Linien Gröfse, zwischen dem Feldspath eingeschlossen, und lässt sich sehr gut von letzterem trennen. Im übrigen besitzt der Nosean die bekannte Beschaffenheit.

Ich verdanke dieses Mineral, wie die weiter unten anzuführenden, der Güte des Hrn. G. Rose. Die Untersuchungen selbst geschahen im Laboratorium des Hrn. H. Rose.

Eine gepulvert abgewogene, im Wasserbade getrocknete Menge des Noseans wurde stark geäugt, wobei sie einen Verlust von 2,5 Proc. erlitt. Eine zweite Quantität wurde mit Salzsäure übergossen, wodurch sie schon in wenigen Minuten zu einer festen Gallerte gestand. Es war hierbei durchaus kein Geruch nach Schwefelwasserstoff zu bemerken, auch mit Bleizuckerlösung getränktes Papier wurde nicht im Mindesten geschwärzt, woraus also mit Sicherheit die vollständige Abwesenheit von Schwefelmetall, welches in den verwandten Mineralien, wie Haüyn und Lasurstein, stets gefunden wird, gefolgert

werden kann. Nach hinreichender Digestion des Mineralpulvers mit der Chlorwasserstoffsäure wurde die Kieselerde mit Wasser verdünnt, und die ausgeschiedene Kieselerde durch das Filtrum getrennt. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit wurde durch Chlorbarium die Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt vollständig niedergeschlagen und getrennt. Das überschüssig zugesetzte Chlorbaryum wurde durch Schwefelsäure entfernt. Nun wurde durch Uebersättigen mit kaustischem Ammoniak die Thonerde gefällt, und rasch beim Ausschluss der Luft filtrirt, um die gleichzeitige Fällung des Kalkes zu verhindern. Die Thonerde wurde gegläht und gewogen. Sie war ungefärbt, wurde aber zur grösseren Sicherheit, ob sie wirklich kein Eisen enthalte, und zur Abscheidung einer kleinen Menge Kieselerde wieder in Chlorwasserstoffsäure gelöst. Durch koblenzaures Natron wurde die Flüssigkeit neutralisiert, und dann die anfänglich durch Zusatz von Kali niederfallende Thonerde in einem Ueberschusse des Alkali's gelöst, wobei nur eine äußerst geringe Menge von Eisen ausgeschieden wurde. Die mit Ammoniak übersättigte, von der Thonerde abfiltrirte Flüssigkeit wurde, nachdem durch Oxalsäure eine geringe Menge Kalk abgeschieden worden war, zur Trockne verdampft. Die ammonikalischen Salze wurden durch Glühen verjagt und das zurückbleibende schwefelsaure Alkali gewogen. Bei dem Wiederauflösen blieb eine kleine Menge Kieselerde zurück, die von dem erhaltenen Gewicht abgezogen und der oben erwähnten Kieselerde zugezählt wurde. Durch Vermittlung von essigsaurem Baryt wurde das schwefelsaure Salz in kohlenzaures verwandelt und hieraus das Chlormetall dargestellt. Platinchlorid zeigte in der alkoholischen Lösung kein Kali an, auch war keine Magnesia aufgefunden worden.

Ein anderer Theil desselben Minerals wurde mit Salpetersäure behandelt, wodurch es zwar nicht so schnell

wie durch Chlorwasserstoffsäure, aber doch auch vollständig zersetzt wurde und gelatinirte.

Nachdem die ausgeschiedene Kieselerde abfiltrirt worden war, wurde durch salpetersaures Silberoxyd eine geringe in dem Mineral enthaltene Menge von Chlorwasserstoffsäure gefällt, und aus dem erhaltenen Chlorsilber der Chlorgehalt berechnet. Auch bei dieser Analyse wurde die Schwefelsäure, so wie die Thonerde, zur Controlle der ersten nochmals bestimmt.

Das Resultat dieser Analysen, auf Hundert berechnet, war:

	Sauerstoffgehalt.
Thonerde	32,566 15,20
Natron	17,837 4,56
Kalk	1,115 0,31
Kieselerde	35,993 18,70
Schwefelsäure	9,170 5,49
Eisen	0,041
Chlor	0,653
Wasser	<u>1,847</u>
	99,222.

2) Haüyn von Nieder-Mendig.

Er findet sich in kleineren oder grösseren Körnern in dem porösen Basalt von Nieder-Mendig bei Andernach am Rhein. Da in diesem Minerale sich ein durch Chlorwasserstoffsäure leicht zersetzbares Schwefelmetall befindet, und es von Interesse schien, die Quantität des Schwefels zu bestimmen, so wurde das feine Pulver in einen kleinen Kolben gebracht, der mit einem kleinen Wulfschen Apparate, in dem Kupferchloridlösung enthalten war, in Verbindung stand. Durch einen Welterschen Trichter konnte, nachdem man sich von dem vollkommenen Dichthalten der Korke überzeugt hatte, die Chlorwasserstoffsäure auf das Pulver gegossen werden,

ohne daß bei der schnellen Einwirkung der Säure ein Entweichen von Schwefelwasserstoff in die Luft zu befürchten gewesen wäre. Das Gas mußte durch die Kupferchloridlösung in zwei Gläsern streichen, wobei der Schwefel sich mit dem Kupfer verband, und als Schwefelkupfer zu Boden fiel. Das Mineral wurde längere Zeit mit der Säure gekocht, um durch die Dämpfe dieser alles etwa noch in dem Kolben sich befindende Schwefelwasserstoffgas in die das Kupferchlorid enthaltende Vorlegeflasche überzutreiben. Nach Vollendung dieser Operation wurde die in dem Kolben sich befindende Masse mit Wasser verdünnt, die ausgeschiedene Kieselerde abfiltrirt, und die davon getrennte Flüssigkeit genau so behandelt, wie oben bei dem Nosean beschrieben wurde.

— Das gebildete Schwefelkupfer wurde von der Kupferchloridlösung abfiltrirt, was jedoch nicht beim Ausschluß der Luft geschah; weshalb eine Quantität desselben als schwefelsaures Salz mit durch das Filtrum ging. Das unoxydierte wurde mit rauchender Salpetersäure übergossen, um das Filtrum so vollständig als möglich zu zerstören, dann etwas Chlorwasserstoffsäure zugesetzt und bis zur völligen Oxydation des Schwefels damit digerirt. Dann wurde diese Flüssigkeit mit der übrigen Kupferlösung vereint, mit Wasser verdünnt und durch Chlorbaryum die Schwefelsäure ausgefällt. Aus dem erhaltenen schwefelsauren Baryt wurde die in dem Mineral enthaltene Quantität Schwefel berechnet.

Aus einer kleinen mit Salpetersäure zersetzenen Menge des Haüyns wurde auch hier der Chlorgehalt bestimmt.

Die Analyse gab folgende, auf Hundert berechnete Mengenverhältnisse der Bestandtheile:

Sauerstoffgehalt.

Natron	9,118	2,33
Kalk	12,552	3,52
Thonerde	27,415	12,80
Kieselerde	35,012	18,28
Schwefelsäure	12,602	7,23
Schwefel	0,239	
Eisen	0,172	
Chlor	0,581	
Wasser	0,619	
		<hr/>
	98,340.	

3) Lasurstein.

Er findet sich mit einem weißen feldspathartigen Mineral so verwachsen, dass er davon auf mechanische Weise nicht vollständig getrennt werden kann. Bei seiner Auflöslichkeit in Säuren kann er jedoch so ziemlich davon geschieden werden, wiewohl hierbei eine kleine Einmengung des andern Minerals nicht vollständig zu vermeiden seyn möchte, worin vielleicht auch ein Grund für die Verschiedenheit der gefundenen quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile des Lasursteins und der des Haüyns liegen könnte. Ueberhaupt scheinen mir aus dem angeführten Grunde die aufgefundenen Bestandtheile wohl nicht die Zusammensetzung des Minerals anzugeben.

Die Analysen wurden ganz wie bei dem Haüyn angestellt, nur dass, um eine geringe Menge Phosphorsäure, wenn sie darin enthalten seyn sollte, auffinden zu können, bei der Analyse, wo Salpetersäure zur Zersetzung verwendet worden war, nach Abscheidung der Kieselerde, des Chlors und der Schwefelsäure, die Flüssigkeit, welche die Thonerde, das Eisen, den Kalk und das Natron enthielt, zur Trockne verdampft wurde. Die erhaltenen Salze wurden mit anderthalb Mal so viel Kieselerde und vier Mal so viel kohlensaurem Natron ver-

mischt und geschmolzen. Die geschmolzene Masse wurde mit Wasser behandelt; die wälsrige Auflösung mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, zur vollständigen Ausscheidung der Kieselerde zur Trockne verdampft, mit einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure befeuchtet, mit Wasser übergossen und die Kieselerde abfiltrirt. Die Flüssigkeit, mit Ammoniak übersättigt, wurde in einem gut verschließbaren Glase mit Chlorcalciumlösung versetzt, wodurch jedoch kein Niederschlag erhalten und somit die Abwesenheit von Phosphorsäure dargethan wurde.

Von 2,531 Grm. des möglichst gut ausgesuchten Minerals blieben 0,93 Grm. unzersetzt, es war dies die eingesprengte weisse Felmasse, die nicht auf mechanische Weise hatte getrennt werden können. Die übrigen Bestandtheile der zur Analyse verwendeten Menge betrugen, auf Hundert berechnet:

Natron	9,09
Kalkerde	3,52
Thonerde	31,76
Kieselerde	45,50
Schwefelsäure	5,89
Schwefel	0,95
Eisen	0,86
Chlor	0,42
Wasser	0,12
	98,11.

4) Künstlicher Ultramarin.

Auf ganz gleiche Weise würde der künstliche Ultramarin, der in der Meissner Porcellansfabrik bereitet und von einer sehr schönen Farbe erhalten wird, untersucht. Die Resultate dieser Analyse, auf Hundert berechnet, sind:

		Sauerstoffgehalt.
Natron	21,476	5,49
Kali	1,752	0,31
Kalk	0,021	
Thonerde	23,304	10,88
Kieselerde	45,604	23,68
Schwefelsäure	3,830	2,29
Schwefel	1,685	
Eisen	1,063	
Chlor	eine kleine nicht quantitativ bestimmte Menge	
	98,735.	

Zu bemerken ist, dass hier bei der intensivsten Färbung des Pulvers auch die bei weitem grösste Menge von Eisen und Schwefel sich findet, das ferner bei dem nur graulich gefärbten Nosean fast kein Eisen und gar kein Schwefel nachgewiesen werden konnte. Es wäre daher nicht ganz unwahrscheinlich, wenn man die blaue Färbung dem Gehalte an Schwefeleisen zuschriebe.

Sämtliche Analysen unterscheiden sich nur durch den angegebenen geringen Chlorgehalt, und etwas in den quantitativen Verhältnissen von den früher von Bergemann und Gmelin angestellten, indessen ist es nicht möglich, die Zusammensetzung aller durch ein und dieselbe chemische Formel auszudrücken, was nach der Uebereinstimmung in der Form und der Spaltbarkeit nicht unwahrscheinlich war. Berücksichtigt man den Nosean allein, von dem mir die reinste und grösste Menge zur Analyse zu Gebote stand, so verhalten sich die gefundenen Sauerstoffmengen des Natrons und der Kalkerde zu denen der Thonerde und zu denen der Kieselerde und Schwefelsäure zusammen wie 4,87 : 15,20 : 24,195 oder nahe wie 1 : 3 : 5. Nimmt man nun an, dass die Schwefelsäure einen Theil der Kieseläure er-

setzen könne, so erhält man hiernach die sehr einfache Formel: $\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$, wo sich der Sauerstoff wie 3 : 9 : 15 oder wie 1 : 3 : 5 verhält, eine Annahme indessen, die wohl nicht gestattet werden darf.

VIII. Beobachtungen über die Wassermengen einiger Flüsse, so wie auch der Quellen der Lippe und Pader;

von G. Hagen,

Geheimen Ober-Baurath in Berlin.

In dem *Annuaire du bureau des longitudes* für das Jahr 1834 hat Arago die Resultate von verschiedenen Messungen der Wassermenge der Seine bei Paris mitgetheilt, und daraus das ganze Wasserquantum hergeleitet, welches die Seine durchschnittlich im Laufe eines Jahres abführt; durch Vergleichung desselben mit demjenigen Theile des Flussgebietes, worin alle Zuflüsse der Seine oberhalb des Beobachtungsortes entspringen, ergab es sich, dass diese ganze Fläche nur 7 Zoll 1 Linie hoch jährlich mit Wasser bedeckt werden dürfe, um eine Strömung, wie sie wirklich beobachtet ist, zu unterhalten, oder mit andern Worten, dass etwa nur der dritte Theil des atmosphärischen Niederschlages aus dem Flussgebiete der Seine nach dem Meere abfließt, während zwei Drittheile verdunsten.

Eine ähnliche Untersuchung hatte schon früher Dalton in Betreff der Flüsse in England und Wales ange stellt (vergl. diese Annalen, Bd. XV S. 249), und wenn dabei auch wirklich keine Messungen, sondern nur sehr rohe Schätzungen zum Grunde gelegt wurden, so verdient doch bemerkt zu werden, dass sich als Resultat eine Wasserhöhe von 12 Zoll 7 Linien ergab, welche die Flüsse Englands zu speisen schien.

Im Preussischen sind in neuerer Zeit zu verschiedenen hydrotechnischen Zwecken vielfache Messungen der Wassermenge in verschiedenen Strömen, und zwar gewöhnlich mit grosser Sorgfalt, zum Theil aber auch bei verschiedenen Wasserständen angestellt worden, welche gewifs zu einer Vergleichung sehr brauchbar waren. Ich habe diese Vergleichung durchgeführt, und indem ich die Resultate derselben hier mittheile, scheint es mir nothwendig, zugleich das Verfahren bei der Messung und die Methode der Berechnung anzudeuten, indem sich daraus der Grad der Sicherheit der Resultate am leichtesten beurtheilen lassen wird.

Die Messung wird immer zu einer Zeit angestellt, wo der Fluss sich im Beharrungszustande befindet, das heißt wo er weder anschwillt, noch sich senkt; bemerkte man also während der Operation ein Steigen oder Fallen des Wasserspiegels, so wird die Arbeit als unbrauchbar verworfen, und sobald die Umstände günstig scheinen, auf's Neue begonnen. Die Wassermenge, die der Fluss in einer Secunde abführt, ist gleich dem Producte aus seinem Querschnitte in die mittlere Geschwindigkeit.

Die erste Gröfse ist sehr leicht zu messen, doch bietet die Bestimmung der letzteren sehr grosse Schwierigkeiten, denn das Wasser bewegt sich an einzelnen Theilen der Oberfläche viel schneller, als an andern, und an der Oberfläche wieder schneller, als in der Tiefe. Man hat nun zwar den Versuch gemacht, das Verhältnis zwischen der größten Geschwindigkeit und der mittleren aus Beobachtungen herzuleiten, und namentlich ist dieses in Frankreich geschehen; allein es zeigt sich sehr deutlich, dass ein solches constantes Verhältnis gar nicht existirt, und dabei wahrscheinlich manche Umstände von Einfluss sind, die man in den üblichen Formeln der Hydraulik noch gar nicht beachtet.

Es bleibt sonach, wenn man zu einem richtigen Resultate gelangen will, nichts anderes übrig, als eine grosse

Menge Geschwindigkeitsmessungen an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Tiefen in demselben Profile zu machen, und zwar so nahe neben einander, daß sich nur geringe und regelmäsig eintretende Differenzen zeigen.

Man wählt eine recht gerade und regelmäsigste Stromstrecke (wo die Geschwindigkeiten immer noch am gleichmäsigsten zu seyn pflegen), steckt an den Ufern eine Linie ab, welche die Richtung des Stromes senkrecht schneidet, und spannt entweder eine eingetheilte Leine quer über, oder aber, wenn dieses wegen der Breite des Stromes und wegen der Schiffssahrt nicht möglich ist, so muß man durch andere Alignements die abgesteckte Querlinie in verschiedene Sectionen zerlegen. Der letzte Fall kommt indessen nicht leicht vor; damit aber die Leine sich bei der unvermeidlichen Benutzung nicht verkürzt, oder durch zu starkes Anspannen nicht verlängert, so muß sie durch eine besondere Vorbereitung dem hygroskopischen Einflusse möglichst entzogen werden, und außerdem muß man durch eine genaue Winkelmessung die Entfernung der beiden Befestigungspunkte vorher bestimmen, wodurch die Ausdehnung der Leine sich immer controlliren läßt. Indem man nun an den Theilungspunkten der Leine, etwa in 6 bis 24 Fuß Abstand von einander, die Tiefen mißt, so ist es leicht, darnach das Profil genau genug aufzutragen, und dasselbe wird durch die Tiefenlinien in eine Anzahl gleich breiter Sectionen eingetheilt.

Es läßt sich die mittlere Geschwindigkeit jeder Section sehr bequem mittelst des Cabeo'schen Stabes finden, das ist durch einen cylindrischen Stab aus Blech, der durch Einfüllen von Gewichten so beschwert wird, daß er senkrecht schwimmt, und zugleich in jeder Section beinahe den Boden berührt. Es ist klar, daß dieser Stab, in sofern er in jeder Höhe von dem anstoßenden Wasser gleichmäsig afficirt wird, die mittlere Geschwindigkeit aller Wasserschichten annehmen wird, und aus

seiner Neigung kann man zugleich darauf schließen, wo die grössere Geschwindigkeit stattfindet, und ob die Differenz bedeutend ist. Man hat mehrfach, und namentlich in der Rheinprovinz, dieses Instrument benutzt, es treten dabei indessen die beiden Schwierigkeiten ein, dass man immer nicht bis zum Boden herabmisst, und daher die unteren Wasserschichten ganz unberücksichtigt bleiben, und sodann, dass der Stab sich nicht in der bestimmten Section des Profils bewegt, sondern immer derjenigen Linie im Strome sich nähert, wo die grösste Geschwindigkeit stattfindet.

Gewöhnlich wird daher ein anderes Instrument angewendet, der **Woltman'sche Flügel**; es gleicht einer gewöhnlichen, sehr kleinen Windmühle, wo jedoch die Flügel nur kurze Blättchen sind, und wo die Flügelwelle eine Schraube ohne Ende trägt, die ein kleines gezahntes Rad dreht, woran man die Umdrehungen zählt; indem hierbei noch die Vorrichtung zum Ausrücken und Feststellen des letzteren angebracht ist, so kann man die Anzahl der Umdrehungen etwa während einer Minute in jeder beliebigen Tiefe beobachten, und daraus sehr sicher die daselbst stattfindende Geschwindigkeit ermitteln.

Seitdem **Woltman** im Jahre 1790 die Beschreibung dieses Instrumentes bekannt machte und dessen Anwendung empfahl, haben die deutschen Wasserbaumeister es bei jeder Gelegenheit benutzt, und es sicherer als jedes andere Instrument befunden; auch in Frankreich hat man sich in der letzten Zeit desselben bedient¹⁾ (*le strommesser de Woltman*), dagegen meldeten die englischen Journale erst im Jahre 1836, dass ein gewisser **Hr. Saxton** sich darauf hätte ein Patent ertheilen lassen.

Hiermit werden nun in verschiedenen Tiefen der einzelnen Sectionen die Geschwindigkeiten gemessen, und indem man jede mit dem zugehörigen Flächentheile des

1) *Annales des ponts et chaussées*, 1833, II p. 150.

Profiles multiplicirt, so stellen sich die partiellen Wassermengen heraus, deren Summe die ganze Wassermenge des Flusses ergiebt.

Die Mühsamkeit und Kostbarkeit der beschriebenen Operation erlaubt es natürlich nicht, diese Messungen für alle Wasserstände auszudehnen, und sonach ist es unmöglich, unmittelbar die mittlere Wassermenge daraus herzuleiten. Die Wasserstände werden an Flüssen und Strömen, und meist an vielen Stellen, regelmässig an jedem Tage beobachtet und notirt, und sonach kann man den mittleren Wasserstand mit grofser Sicherheit für jedes Jahr oder jede längere Periode finden; es fragt sich aber zunächst, ob dem mittleren Wasserstande auch wirklich die mittlere Wassermenge entspricht. Man dürfte dieses kaum annehmen, indem bei einer vorkommenden Anschwellung in der Regel sich die Breite des Profiles und zugleich die Geschwindigkeit vergrößert, und sonach die Wassermenge in einem stärkeren Verhältnisse wachsen muß, als der Wasserstand. Nichts desto weniger sind die notirten höchsten Wasserstände gewöhnlich die Folge von Sperrungen des Stromes durch Eis, wobei also die Geschwindigkeit sehr gering ist, oder wohl ganz aufhört, und demnächst ist es auch ganz üblich, daß bei jeder Anschwellung die grösste Höhe derselben in die Tabelle geschrieben wird, wenn die mittlere Höhe für den ganzen Tag auch merklich darunter bleibt. Hier nach findet einige Compensation gewifs statt; daß dieselbe vollständig sey, darf man kaum erwarten, da sich aber nichts Bestimmtes angeben noch eine Hypothese darüber begründen läfst, so bleibt nichts übrig, als anzunehmen, daß bei dem mittleren Wasserstande auch wirklich die mittlere Wassermenge abgeführt wird.

Zur Bestimmung des mittleren Wasserstandes habe ich das Jahr 1833 gewählt, indem dasselbe sowohl in Bezug auf den jährlichen Niederschlag, als auf den Wasserstand der Flüsse nahe genug einen mittleren Werth

ergiebt. Nun blieb aber noch die Schwierigkeit, die Wassermenge, die bei einem anderen Wasserstande beobachtet war, auf diesen zu reduciren. Das Verfahren der Interpolation konnte mit Sicherheit nur für die Weser angewendet werden, alle übrigen vorliegenden Messungen waren entweder nur einfach, oder doch bei Wasserständen angestellt, die unter dem mittleren lagen; nichts desto weniger muss ich bemerken, dass jedesmal die Differenz nicht gross war, und ich habe solche Messungen, die sich auf sehr niedriges Wasser beziehen, ganz unbeachtet gelassen. Indem ich nun von der gewöhnlichen Voraussetzung ausging, dass der Widerstand dem Qua-drate der Geschwindigkeit proportional sey, und ich außerdem noch die Annahme machte, dass bei der betreffenden Aenderung des Wasserstandes die Breite des Flusses unverändert bleibt (was sich in sofern zu rechtfertigen scheint, als beim mittleren Wasserstande die Ufer noch nicht inundirt zu werden pflegen), so kam ich auf den folgenden Ausdruck. Wenn M die beobachtete Wassermenge bezeichnet und h die entsprechende mittlere Tiefe des Profiles, so findet man bei einer Aenderung des Wasserstandes um die Höhe a , wodurch also h sich in $h+a$ verwandelt, die Wassermenge, oder:

$$M' = \left(\frac{h+a}{h} \right)^{\frac{3}{2}} M.$$

Die an der Weser angestellten Messungen, die sich auf verschiedene Wasserstände beziehen, erlaubten es, eine directe Prüfung der Zulässigkeit dieses Ausdrucks vorzunehmen, und die Probe ergab, dass die Abweichungen nicht sehr gross waren.

In der folgenden Tabelle sind nun die Resultate der Messungen zusammengestellt; die zweite Columne weist nach, wie viel Kubikfuß Wasser der Strom durchschnittlich in jeder Secunde von jeder Quadratmeile Flusgsge-biet abführt, und die dritte Columne bezeichnet die Höhe, in welcher die jährliche Wassermenge des Flus-

ses das ganze Flusgebiet bedecken würde, oder wie viel Zolle von der Niederschlagshöhe durch den Fluss in einem Jahre abgeführt worden.

	VWassermenge in 1 Secunde. Kubikfuß.	auf 1 Qua- dratmeile. Kubikfuß.	Höhe des Wassers, Zolle.
1) Der Rhein bei Emmerich	76 000	27,2	17,8
2) Die Ems bei Rheine	600	9,3	6,1
3) Die Weser bei Schlüssel- burg	7 100	19,2	12,6
4) Die Weichsel vor der No- gat-Mündung	29 000	8,4	5,5
5) Der Pissek am Ausfluss aus dem Spirding-See	330	9,4	6,2

Der wahrscheinliche Fehler in diesen Resultaten mag mit Rücksicht auf die Fehler der Messung und die mancherlei Hypothesen in der Rechnung wohl $\frac{1}{10}$ betragen. Wenn man aber einen solchen auch annimmt, so bleiben dennoch so wesentliche Differenzen, dass sie durch die verschiedene Regenmenge allein nicht erklärt werden können, sondern der grosse Einfluss der Beschaffenheit des Flusgebietes sich darin noch sehr deutlich zu erkennen giebt. Die Flüsse, welche in Gebirgsgegenden ihr Wasser sammeln, erhalten den Niederschlag viel vollständiger, als die, welche in sandigen Ebenen entspringen; denn hier saugt sich der Boden voll Wasser und dasselbe tritt grosstheils durch Verdunstung wieder in die Luft, während nur ein kleiner Theil davon in die Betten der Bäche und Flüsse gelangt.

Wasserreichthum der Quellen der Lippe und Pader.

Die Quellen der Lippe und Pader in der Umgegend von Paderborn haben wegen der grossen Wassermengen, die sie gleich beim ersten Erscheinen liefern, schon häufig die Aufmerksamkeit auf sich gezogen; doch ist ihre Reichhaltigkeit, so viel mir bekannt, noch nie gemessen wor-

den, woher eine Mittheilung hierüber nicht ohne Interesse seyn dürfte. Die folgenden Angaben sind die Resultate von Messungen, die ich am 6. Juli 1839 anstellte; es hatte damals zwar einige Tage hindurch geregnet, nichts desto weniger waren die Bäche und Flüsse keinesweges besonders angeschwollen, sondern sie zeigten nur einen mittleren Sommer-Wasserstand.

Die *Pader*, die bei Neuhaus in die Lippe fällt, entspringt am Fusse der Anhöhe in Paderborn, worauf der Dom steht. Die Fahrbahnen der Strafsen werden hier etwa 6" hoch von dem Wasser inundirt, welches von beiden Seiten unter den erhöhten Trottoirs und unter den Häusern hervorbricht; so sammelt sich auf einem Flächenraume von etwa 100 Ruthen Länge und 60 Ruthen Breite eine Wassermasse, welche im Stande ist zehn unterschlächtige, neben einander liegende Mühlenräder zu treiben, von denen jedes durch andere Quellen in Bewegung gesetzt wird. Die Anzahl aller Wasserräder in Paderborn ist noch gröfser, doch führe ich diejenigen nicht mit auf, welche vor oder hinter der Hauptreihe von Mühlen liegen. Das vorbrechende Wasser ist sehr klar und rein, und von angenehmen Geschmack, nur nach heftigen Regen werden einige Quellen getrübt; grofse Anschwellungen ereignen sich nie, und eben so nehmen die Quellen auch nie stark ab, der ganze Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande scheint nur etwa 1 Fuß zu betragen. An der Neuen Brücke, dicht vor der Stadt, sind alle diese Quellen vereinigt, ich fand daselbst die Wassermenge gleich $220\frac{1}{2}$ Kubikfuß in der Secunde. Der auf den Karten angegebene kleine Bach, die Raute, hat sich hier noch nicht mit der Pader vereinigt; ihre Wassermenge war auch höchst unbedeutend, und betrug kaum 1 Kubikfuß. Die erwähnten $220\frac{1}{2}$ Kubikfuß sind sonach die Wassermenge, die auf einer Fläche von kaum 30 Morgen hervorbricht.

Noch interessanter, wenn gleich viel minder reich-
Poggendorff's Annal. Bd. XXXIX. 36

haltig, ist die Quelle der *Lippe* bei Lippspringe; neben dem Städtchen dieses Namens erhebt sich ein Plateau, etwa 30 Fufs über den Wiesengrund, das sich nach dem westlichen Abhange des Teutoburger Waldes hinzieht, und welches dem Anscheine nach ziemlich horizontal liegt, und sogar durch eine merkliche Vertiefung noch von der Anhöhe getrennt wird; doch muss ich die Richtigkeit dieser Vermuthung dahin gestellt seyn lassen, indem ich kein Nivellement ausgeführt habe. Die erwähnte Anhöhe fällt neben Lippspringe steil ab, und am Rande derselben liegt die Ruine der alten Tempelburg. Unmittelbar davor befindet sich ein Weiher, der keinen Bach aufnimmt und gar keinen sichtbaren Zufluss hat. Er ist auf der Seite nach der Wiese durch einen niedrigen Deich abgeschlossen, seine ganze Länge beträgt etwa 25 Ruthen und seine größte Breite in der Mitte nur etwa 5 Ruthen. In der Mitte scheint die Tiefe sehr bedeutend zu seyn, und hier treten die unterirdischen Zuflüsse hervor, welches sich theils durch die Luftblasen und theils auch dadurch zu erkennen giebt, dass an der südlichen Seite alle Wasserpflanzen von der starken Strömung geneigt sind, während sie auf der nördlichen Seite ganz senkrecht stehen. Am südlichen Ende, wo der Weiher in einen Kanal übergeht, liegt eine Mühle, die drei unterschlächtige Räder und ein Freigerinne hat. Durch letzteres, und durch das eine Mahlgerinne flossen in der Secunde 27 Kubikfuss ab.

Am Fusse desselben Plateaus, etwa 100 Ruthen davon entfernt, in nordöstlicher Richtung entspringt ein anderer Zufluss der Lippe, der *Jordan*, der der Sage nach seinen Namen erhalten hat, als Karl der Große 20000 Sachsen darin taufen ließ. Unter dem üppig bewachsenen, ziemlich steilen Ufer tritt aus einem natürlichen Gewölbe von etwa $1\frac{1}{2}$ Fufs Weite der eine Quell hervor, und bildet sogleich ein tiefes Bassin im Wiesengrunde. Aus dem Boden dieses Bassins sprudelt der zweite Quell

auf, und zwar mit solcher Heftigkeit, dass er an der Oberfläche einen Wasserberg von 3 bis 6 Zoll Höhe bildet, der abwechselnd mit lautem Rauschen steigt und niederröhlt. Bei der Fussbrücke, die gegen 100 Ruthen unterhalb der Quelle liegt, maafs ich die Wassermenge des Jordans, und fand sie gleich 19 Kubikfuß in der Secunde. Der auf den Karten angegebene Bach, der vom Lippeschen Dorfe Schlangen herkommt, ist wieder sehr unbedeutend, und vereinigt sich auch erst weiter unterhalb mit der Lippe.

Fragt man nun, wo diese grossen Wassermengen herkommen, so giebt die oberflächlichste Betrachtung der Umgebungen von Paderborn hierüber hinreichenden Aufschluss. Die kleineren Bäche, die man sowohl auf der Straße nach Gesecke als nach Lichtenau kreuzt, sind im Sommer vollständig versiegt, sie führen selbst nach einem heftigen Regen auch nicht einen Tropfen der Lippe zu, und nur bei anhaltend nasser Witterung sammelt sich Wasser in ihnen an. Der in allen Richtungen mit Spalten und Klüsten durchzogene Kreidemergel, der Paderborn auf der Südseite von Nord-Ost bis Westen umgibt, nimmt alles Regenwasser sogleich in sich auf, und führt es den unterirdischen Gängen der Lippe und Pader zu. Auf dem Wege nach Lichtenau trifft man zunächst im Haxter Grunde ein Bachbett an, das jedoch im Sommer so trocken bleibt, dass auf der westlichen Seite der Chaussee zwischen den Ackerflächen gar kein Raum für den Abfluss des Wassers offen gelassen und das Thal in seiner ganzen Breite als Acker bestellt wird. Der zweite Bach, den man hier findet, ist die Sauer, die auf der Egge bei Kleinenberg in der Entfernung von zwei Meilen ihre Quellen hat; auch ihr Bett ist neben der Chaussee in den Sommermonaten ganz trocken. Verfolgt man dasselbe aber aufwärts, so findet man etwa 300 Ruthen weiter bei den ersten Häusern des Dorfes Grundsteinheim schon Wasser in dem Bache, es stürzt

sich (etwa $\frac{1}{2}$ Kubikfuß in der Secunde) in eine flache Oeffnung im natürlichen Kalkboden, wo es verschwindet. Die Wassermenge, die am anderen Ende des Dorfes im Bach strömte, war schon viel bedeutender, und noch weiter aufwärts bei Lichtenau trieb zu derselben Zeit eben dieser Bach schon einen Mahlgang der dortigen Mühle. Das Verschwinden dieses sehr bedeutenden Baches wird offenbar noch durch die auffallende Verlängerung seines Laufes begünstigt. Er entspringt, wie erwähnt, auf der Egge bei Kleinenberg, und fliesst etwa zwei Meilen nordwestlich bis Igenhausen vor Grundsteinheim, also in der Richtung nach Paderborn zu; von hier ab ist jedoch das Thal nordwärts ganz geschlossen und es senkt sich südwärts; der Bach muss also jetzt diese Richtung annehmen und dieselbe etwa $1\frac{1}{2}$ Meile weit verfolgen, wo er bei Atteln in die Altenau fällt, die sich später in die Alme ergießt; der unterirdische Lauf ist also um drei Meilen kürzer, als der des Bachbettes. Die Alme verliert aber auch wieder einen grossen Theil ihres Wasserreichthums, und speist damit die reichen Quellen, die bei Geseke den Brackenbaumer Bach bilden.

IX. Verbesserung der Volta'schen Säule.

Hr. Martyn J. Roberts hat die für die Praxis wichtige Entdeckung gemacht, daß Zink, combinirt mit Eisen, in verdünnter Schwefelsäure einen weit (bei seinen Versuchen 4 Mal) kräftigeren Strom liefert als unter gleichen Umständen eine Combination von Zink und Kupfer (*Phil. Mag. Vol. XVI p. 142*). — Ich habe diese auffallende, obwohl durch Schwäche des Uebergangswiderstands beim Eisen erklärbliche Thatsache vollkommen bestätigt gefunden. Sowohl in Schwefelsäure, als Salpetersäure, als Kochsalzlösung war der Strom von Zink-Eisen, selbst nach Einschaltung eines beträchtlichen Widerstandes, bedeutend stärker als der von Zink, combinirt mit Kupfer, Silber oder Platin, doch schwächer als der der Daniell'schen Kette. Man kann also in allen gewöhnlichen Batterien das Kupfer mit *grossem Vortheil* durch Eisen ersetzen. Nächstens mehr hierüber.

P.

X. *Ueber ein neues Vorkommen verschiedener Fossilien, welches mit dem zu Finbo in Schweden grosse Aehnlichkeit hat;*
von Th. Scheerer.

Senkrecht stehende Gneisschichten, welche etwa in der Nord-Süd-Richtung streichen, gehören bekanntlich in Norwegen zu den häufigen Vorkommnissen. Die Kobalterze von Skutterud sind in ihnen eingelagert, so wie die Kongsberger Silbergänge in ihnen auftreten. Auch noch Meilen weit in nördlicher und südlicher Richtung von den Skutteruder Gruben lässt sich dieses Verhältnis beobachten, und tritt unter andern auf dem Sätersberge, dicht bei dem Hofe Fossum im Kirchspiel Modum sehr deutlich hervor. Der Gipfel dieses Berges besteht aus zum Theil treppenartig über einander hinansteigenden, senkrechten Gneisschichten, wie sich dies sehr deutlich von einer auf der entgegengesetzten Seite der Landstrafse gelegenen Höhe übersehen lässt. Eine dieser verschiedenen senkrechten Wände (von mehreren Lachtern Länge und etwa 3 Lachtern Höhe) zeichnet sich vor den übrigen sogleich durch ihre hellere Farbe aus, dass man auf den ersten Anblick meinen sollte, eine der so häufig im Gneise auftretenden Quarznieren vor sich zu haben. Bei genauerer Untersuchung findet sich jedoch, dass Quarz nur den geringsten Anteil an dieser Färbung hat, und dass es besonders eine Ausscheidung von weißsem Feldspathe mit Albit ist, welche beide Mineralien diese Farbe bedingen. Ich sage hier absichtlich »Ausscheidung,« denn die Namen Gang und Lager wären beide hierbei gleich unpassend. Weiter unten werde ich auf die geognostische Bedeutung dieses Vorkommnisses zurückkommen,

nachdem ich eine Skizze sämmtlicher hier auftretender Mineralien gegeben habe. Es sind dies die folgenden:

1) *Feldspath*, von weißer Farbe und glänzenden Spaltungsflächen. Er bildet die Hauptmasse der Ausscheidung. Ich schloss eine Quantität desselben durch Schmelzen mit kohlensaurem Alkali auf, und fand darin:

66,66 Kieselerde

18,82 Thonerde

Spur Talk

Die fehlenden 14,52 Prozent sind Alkali, welches durch eine Flusssäure-Analyse nicht näher bestimmt wurde, da das Verhältniss der Kieselerde zur Thonerde schon genügend zeigte, daß ich mit einem gewöhnlichen Orthoklas zu thun hatte. Sehr möglich wäre es jedoch, daß außer dem Kali vielleicht noch etwas Natron darin enthalten seyn könnte.

2) *Albit*. Scheeeweiss, manchmal mit einem schwachen Stich in's Grünliche. Zum Theil in jenen feinkörnigen, zuckerartigen Massen, die für den Albit so charakteristisch sind, zum Theil auch in sehr ausgezeichneten blättrig strahligen Partien¹⁾), an denen die Zwillingsbildung zu beobachten ist. Durch Aufschließen einer Quantität blättrigen Albites mit kohlensaurem Alkali fand ich in demselben:

71,18 Kieselerde

18,50 Thonerde

0,60 Talkerde

und aus dem Fehlenden würden sich also 9,72 Prozent Natron ergeben. In dem Albit ist es nun vorzugsweise, daß die andern hier beschriebenen Mineralien eingewachsen sind.

1) Fügt man diesen beiden Arten von dem Auftreten des Albites noch die in grösseren krystallinischen Stücken (dem Feldspathe ähnlich) hinzu, so hat man ein ausgezeichnetes Beispiel, ein wie sehr verschiedenes Aeußere ein und dieselbe chemische Verbindung haben kann.

3) *Quarz*. Zum Theil in mehr oder weniger feinkörnigen Parthien im Albite eingesprengt, und sich zwischen die Blätter desselben legend, zum Theil auch in rings herum ausgebildeten Krystallen (sechsseitigen Prismen mit hexagonaler Pyramide), welche jedoch ein eigenthümliches mattes, wie auf der Oberfläche geätztes Aussehen haben. Einige sind auch durch, der einen Pyramidenfläche parallele, Sprünge ausgezeichnet, ähnlich Blätterdurchgängen.

4) *Turmalin*. Krystalle von Liniengröße bis zu Armesdicke. Schwarz, an den Kanten braun durchscheinend. Selten sind dieselben deutlich ausgebildet, zum Theil wie büschelförmig zusammengewachsen und von grosser Sprüdigkeit.

5) *Beryll*, von weisslicher bis weingelber Farbe; durchscheinend bis undurchsichtig. Theils in massigen Parthien, theils in sechsseitigen Prismen. Der grösste von mir aufgefundene Krystall, welcher jetzt in der Mineraliensammlung der Universität zu Christiania aufbewahrt wird, mag etwa drei Zoll im Durchmesser haben. Er ist mehrere Zoll lang, aber an beiden Enden abgebrochen. Dieser Krystall war es, welcher überhaupt meine Aufmerksamkeit auf den Fundort dieser Mineralien lenkte. Derselbe war senkrecht im Albite eingewachsen, so dass er auf der oberen horizontalen Fläche der Gebirgswand ein regelmässiges Sechseck zeigte. Offenbar ist ein Theil des Gesteins durch irgend einen gewaltsamen Proces abgerissen worden, welcher den senkrecht stehenden Krystall durchbrach, und seine obere Hälfte mit den umgebenden Mineralien wegführte¹⁾). Die Zusammensetzung dieses Berylls fand ich folgendermassen:

1) Spuren gewaltsam fortbewegter Gesteinsmassen finden sich in den von Sefström zuerst beschriebenen und gewürdigten Furchungen (Åsar) am Saetersberge sehr ausgezeichnet, wie ich sie überhaupt an verschiedenen Stellen im südlichen Norwegen sehr häufig beobachtet habe.

67,00	Kieselerde
19,64	Thonerde
12,56	Beryllerde
0,53	Eisenoxyd
0,18	Kalkerde
<hr/>	
99,91	

also in genügender Uebereinstimmung mit der des von Berzelius analysirten Berylls von Finbo.

6) *Topas* (Pyrophysalith). Weifs, zum Theil schwach grünlich. Unvollkommen ausgebildete Krystalle, aber meist mit glänzenden basischen Spaltungsflächen. Auch diese Krystalle sind auf der Oberfläche stets matt und im Innern trübe.

7) *Flußspath*, grüner und violblauer, tritt in kleinen körnigen Parthien im Albite auf.

8) *Granat*. Dunkelbraun. In einzelnen, oft ziemlich großen, aber stets unregelmäßigen, auf der Oberfläche matten Krystallen.

9) *Glimmer*, besonders ein kleinschuppiger, hellgelber, der zuweilen in einen braunen, großblättrigen übergeht. Ein anderer, ebenfalls feinschuppiger, aber schwärzlichgrauer Glimmer scheint ebenfalls nur eine Varietät des gelben zu seyn. Derselbe schmilzt nicht vor dem Löthrohre, noch färbt er die Flamme roth, wird dagegen weifs, undurchsichtig und fein porös, scheint also kein Lithion, wohl aber Fluor zu enthalten.

10) *Arsenikeisen*. In kleinen Parthien im Albite einsitzend. Zwischen silberweifs und stahlgrau, von dem spec. Gew. 7,09. Ich fand es zusammengesetzt aus:

70,09	Arsenik
1,33	Schwefel
27,39	Eisen
<hr/>	
98,81	

was also einer Verbindung von FeAs^2 entsprechen würde, wenn man den Schwefel als zu eingemengtem Arsenikies gehörig betrachtet, was offenbar das Natürlichste ist. Hiernach wäre dies Mineral dieselbe Verbindung wie das Arsenikeisen von Reichenstein. Ich hege jedoch Zweifel, ob dies wirklich der Fall sey. Ein Bruchstück eines Krystals, welches ich von dem Arsenikeisen von Saetersberg besitze (obwohl sich nach demselben die Krystallform nicht genau bestimmen lässt), zeigt deutlich, dass sie mit der des Reichensteiner Arsenikeisens nicht in Uebereinstimmung gebracht werden kann. Ich bin jetzt mit Analysen beschäftigt, um dem Grunde dieser Verschiedenheit auf die Spur zu kommen.

Man ersieht aus der Beschreibung dieser Mineralien, dass die meisten derselben, wie Beryll, Topas, Albit, Feldspath, Flussspath u. s. w., denen von Finbo völlig ähnlich sind. Namentlich sind es Stücke von Albit, welche Beryll und Pyrophysolith eingeschlossen enthalten, die den Stufen von Finbo so völlig gleichen, dass man glauben sollte, sie wären von derselben Fundstätte. Aber auch die ganze Art des Vorkommens im Gneise hat mit der von Finbo grosse Aehnlichkeit, nur möchte ich das selbe nicht, wie schon oben erwähnt, für einen Gang ansprechen. Die Gränze zwischen der Ausscheidung und dem umgebenden Gneis ist freilich völlig scharf und ohne Uebergang, aber nirgends ist eine Verschiebung oder Verdrückung der senkrechten Gneisschichten zu beobachten. Die Totalmasse der beschriebenen Mineralien zeigt sich auf der Oberfläche des Saetersberges als eine rings herum vom Gneise begränzte Niere, die nur dann gang- oder lagerähnlich erscheinen würde, wenn ihre nördlichen und südlichen Gränzen durch irgend ein Hinderniss nicht sichtbar wären. Einzelne schmale Gneisstreifen setzen sogar in sie hinein, ohne Veränderung ihres Streichens und Fallens. Kurz es unterliegt wohl

kaum einem Zweifel, daß die Gneisschichten und diese fremde nierenartige Ausscheidung: *sich friedlich neben einander ausgebildet haben.*

Ein Umstand, der ebenfalls noch Aufmerksamkeit zu verdienen scheint, ist die eigenthümliche Sprödigkeit und Bröcklichkeit aller dieser Mineralien, was vielleicht mit der matten, wie geätzten Oberfläche mehrerer derselben zusammenhängt. Da Fluor bei der Entstehung dieser Mineralien keine un wesentliche Rolle gespielt zu haben scheint, so wäre es wohl möglich, daß es durch seine im hohen Grade auflösende und ätzende Eigenschaft zu dieser Eigenthümlichkeit beigetragen habe.

Die Aehnlichkeit zwischen dem Vorkommnis von Saetersberg und dem von Finbo würde noch vollkommner seyn, wenn ersteres auch die von Berzelius an letzterem Orte aufgefundenen, seltenen Mineralien enthielt. Jedoch weder von Orthit, Gadolinit, Tantalit, Yttrotantal noch von einigen anderen, habe ich bisher Spuren auffinden können. An ihrer Stelle treten dagegen, gleichsam ergänzend, Turmalin und Arsenikeisen auf, welche wieder zu Finbo fehlen. Beide Mineralanhäufungen sind also, so zu sagen, nicht aus demselben Kessel geschöpft, sondern zwei analoge Bildungen, die wahrscheinlich aus derselben Ursache entstanden, sich aber nicht unter gleichen Umständen fortbildeten.

XI. *Chemische Untersuchung des Poonahlits und des Thulits; von C. G. Gmelin.*

(Aus einer vom Verf. übersandten Dissertation.)

1) **Poonahlit.** Dies Fossil ist ein neues Glied in der Familie der Zeolithe und den Arten des Mesotyps (Skolezit, Natrolith u. s. w.) im Aeufermähnlich. Während aber bei den bisher zur Gattung Mesotyp gerech-

neten Fossilien der Winkel zwischen zwei Seitenflächen des Prismas 91° bis $91^\circ 38'$ beträgt, ist er beim Poonahlit nach den Messungen von Brooke = $92^\circ 20'$. Dies veranlaßte Brooke das Fossil als eine eigenthümliche Zeolithspecies zu betrachten und nach seinem Fundort *Poonah* (lies: *Punah*) in Ostindien Poonahlit zu nennen. Der Poonahlit erscheint in langen dünnen Prismen (von denen einige hundert ohne Endflächen waren) und kleidet die Drusenräume im Apophyllit und Muttergestein aus. Sein spec. Gewicht ist = 2,1622 bei + 10° R.

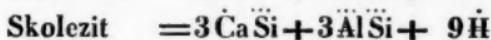
Die Zerlegung des Poonahlits ergab in 100 Th. desselben:

	Beobachtet.	Sauerstoff.	Berechnet.
Kieselsäure	45,120	23,44	45,07
Thonerde	30,446	14,22	31,33
Kalk	10,197	2,86	10,43
Natron, mit Spur von Kali	0,657	0,11	
Wasser	13,386	11,90	13,17
	99,806		100,00

was mit dem nach der Formel:



berechneten Resultat, wie man sieht, übereinstimmt. Der Poonalith ist also eine zur Gattung Mesotyp gehörende Art, deren Formel am meisten Analogie hat mit der des Skolezits und Natroliths, denn:

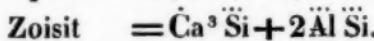
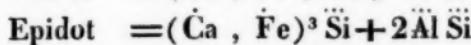
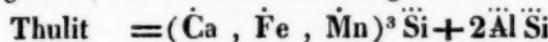


2) *Thulit*. Der ächte Thulit findet sich in rosen- und pfirsichblüthrothen, krystallinischen Massen mit Quarz, Flußspath und blauem, durch Kupferoxyd gefärbten Idocras bei Suland in Tellemarken in Norwegen. Thomson fand in demselben: Kieselsäure 46,10, Ceroxydul 25,95, Kalk 12,50, Eisenoxyd 5,45, Kali 8,00 und Was-

ser 1,55 (Summe 99,55). Dieses auffallende Ergebnis veranlaßte den Verfasser schon vor mehren Jahren einen ächten, von Prof. Esmark in Christiania erhaltenen Thulit zu untersuchen, und dabei erhielt er:

Kieselerde	42,808
Thonerde	31,144
Kalk	18,726
Natron, mit Spur von Kali	1,891
Eisenoxyd	2,288
Manganoxyd	1,635
Wasser	0,640
	99,132.

Dieses stimmt vollkommen mit dem Resultat einer vorläufigen Untersuchung von Berzelius¹⁾, durch die sich ebenfalls kein Ceroxydul im ächten Thulit ergab. Thomson muß also wohl ein anderes Fossil untersucht haben. Durch obige Analyse wird übrigens die Behauptung von Brooke und Levy²⁾, daß der Thulit zum Epidot gehöre, vollkommen bekräftigt, denn es ist:



Der Thulit ist also nichts Anderes als eine Varietät des Epidots.

XII. Notizen.

1) *Fällung des schwefelsauren Baryts.* — Es ist bekannt, daß, wenn man Schwefelsäure, mittelst Barytsalze bestimmt, man den schwefelsauren Baryt oft in ei-

1) Jahresbericht, No. 12 S. 217.

2) Phil. Magaz. 1831, Vol. X p. 109.

nem Zustand erhält, in welchem er sich schwer von der Flüssigkeit trennen lässt, und beständig als eine milchige Flüssigkeit durch das Filter geht. Nach vielen fruchtlosen Versuchen dieses zu verhindern, habe ich folgendes Verfahren als sehr practisch gefunden. Man lasse den schwefelsauren Baryt sich völlig absetzen, sollten auch mehrere Tage darüber vergehen, nehme alsdann mit einer Pipette das Klare über dem Niederschlage ab und setze diesem concentrirten Alkohol hinzu, worauf man das Ganze auf ein mit verdünntem Alkohol benetztes Filter bringt, um den Niederschlag später mit Wasser vollständig auszuwaschen. (Vom Dr. Graeger in Mühlhausen.)

2) Periodischer Wassererguss aus einem Schacht.

— Wir haben, schreibt Hr. Palu, Director der Gruben von Pontgibaud, an Hrn. Dumas, wie Sie wissen, auf der Grube von Pranal einen grossen Förderschacht von 90 Meter Tiefe. Da indes die Gewässer reichlicher herbeiströmten als unsere schwache Maschine gewaltigen konnte, so haben wir, bis zur Anschaffung neuer Maschinen, unsere Arbeiten unterbrechen müssen. Diese Unterbrechung hat den Wässern erlaubt den Schacht bis zu seinem Mundloch zu füllen, und zu einer periodischen Erscheinung Anlass zu geben, mit der ich Sie nun unterhalten will.

Alle Monat ungefähr sieht man das Wasser im Schacht in ein leichtes Zittern gerathen, welches damit endigt, daß nach Verlauf einiger Stunden eine sehr heftige und geräuschvolle Aufregung der ganzen Masse erfolgt. Es beginnt Kohlensäure in sehr grosser Menge zu entweichen, und dann erfolgt ein bedeutender Erguß von Wasser, der nicht eher aufhört als bis der Schacht bis zu einer Tiefe von etwa 10 bis 15 Metern geleert ist. Der Schacht misst im Durchschnitt 3,66 Meter auf 2,33 Meter. Ein merkwürdiger Umstand ist, daß das Wasser von dem ersten Aufstoss an seinen Ausfluß nicht durch

das Mundloch des Schachtes nimmt, sondern aus dem 0,33 weiten und bis zum Boden des Schachtes hin abgehenden Rohre unseres Ventilators.

Das Knie, welches dieses Rohr mit dem Ventilator verbindet, ist zerbrochen worden, und durch diesen Ausweg bildet das Wasser einen Strahl von nicht weniger als 35 bis 40 Fuſs Höhe. Das Phänomen dauert 15 bis 20 Minuten mit wiederholten Intermittenzen von einigen Secunden. Die Bohlen, die einen Theil des Schachts bedecken, werden heftig erschüttert; dann kommt alles wieder zur Ruhe, um im folgenden Monat abermals zu beginnen. (*Compt. rend. T. IX p. 120*)¹).

3) *Periodische Salzquelle*. — Nach Hrn. Rivière befindet sich in der Vendée, zu *Givré*, Canton *Moutiers-les-Maux-Faits*, auf einer Wiese eine salzige Quelle, die, obwohl *vier Lieues vom Meere entfernt*, doch an den Bewegungen desselben Theil nimmt. Während der Fluth flieſt sie reichlich, zur Ebbezeit versiegt sie gänzlich. (*Compt. rend. T. IX p. 553.*)

1) Hr. Dutrochet bemerkt hiezu in einer späteren No. der *Compt. rend.*, er habe schon bei seinen Beobachtungen über die *Fontaine ronde* (Ann. Bd. XV S. 533) gezeigt, daß die Intermittenz der Quellen von Gasausbrüchen veranlaſt werde (wie das z. B. auch bei der Kissinger Quelle (Ann. Bd. XXXX S. 494) der Fall ist). Indes ist doch damit nicht erwiesen, daß alle intermittirende Quellen auf diese Weise entstehen. Die, bei denen keine Gasentwicklung stattfindet, lassen sich doch wohl nicht füglich anders als durch Heberwirkung erklären.